

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIEROS ELECTRÓNICOS**

**TEMA:
DESARROLLO DE UNA ESTACIÓN AGRO-METEOROLÓGICA
AUTOMÁTICA REMOTA PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN
CLIMÁTICA EN LA CUENCA DEL RÍO PISQUE**

**AUTORES:
GEREMY ANDRÉS NOVOA CASANOVA
BYRON FERNANDO GUILLÉN ARAUZ**

**TUTORA:
LUISA FERNANDA SOTOMAYOR REINOSO**

Quito, junio del 2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORES

Nosotros Geremy Andrés Novoa Casanova con documento de identificación N° 100449005-6 y Byron Fernando Guillén Arauz con documento de identificación N° 171974594-3, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de grado/titulación intitulado: “DESARROLLO DE UNA ESTACIÓN AGRO-METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA REMOTA PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA EN LA CUENCA DEL RÍO PISQUE”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Electrónicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Geremy Andrés Novoa Casanova
C.I.: 1004490056

Byron Fernando Guillén Arauz
C.I.: 1719745943

Quito, junio del 2018

DECLARACIÓN DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el proyecto técnico, “DESARROLLO DE UNA ESTACIÓN AGRO-METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA REMOTA PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA EN LA CUENCA DEL RÍO PISQUE”, realizado por Geremy Andrés Novoa Casanova y Byron Fernando Guillén Arauz, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, junio del 2018



Ing. Luisa Fernanda Sotomayor Reinoso

C.I.: 1710953967

DEDICATORIA

A mis padres, Oscar y María de Lourdes quienes han sido mi apoyo incondicional en este largo camino para terminar mi carrera, animándome y siendo mi soporte y motivación en los momentos duros y celebrando conmigo cada triunfo. A mis abuelitos Carmen y Luis por su compañía, enseñanzas y consejos, y por recibirme en su hogar cuando empecé a vivir en Quito, a mis hermanos Tania y Erik quienes complementan mi vida con sus ocurrencias y cuidados, a mi novia Alejandra que me ha acompañado a lo largo de toda la carrera, me enseñó a luchar por nuestro futuro, quien es mi motivación personal para ser mejor cada día, y finalmente a mis amigos Diego, Juan, Anderson y Byron por luchar junto a mí para pasar cada materia y laboratorio de la Universidad.

(Novoa G.)

A la Virgencita del Quinche ya que la fe y devoción que mantuve me ayudaron a sobresalir en el momento más difícil de mi carrera universitaria.

A mi madre y mi abuelita, Martha y Gloria, tenerlas conmigo es el mayor tesoro que poseo en mi vida gracia a su amor, sus consejos y su voz de aliento en momentos adversos he logrado cumplir esta meta tan anhelada.

A mi padre, José que ha sabido demostrarme su cariño, su confianza, además de guiarme por el camino del bien alejado de los vicios y los excesos.

A mi hermano Jairo a quien lo considero como un segundo padre y el mejor de los amigos, el que en el peor momento de mi vida me demostró que uno nunca debe sentirse solo y mucho menos vencido.

A mi novia Katty quien con todo su amor y apoyo me ha impulsado a salir adelante, y con quien he comprendido que el respeto y la confianza son la base de toda relación.

A todos mis amigos con los cuales he compartido momentos de alegría tanto en el fútbol como en otros ámbitos de la vida.

(Guillén B.)

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana por formarnos con valores y los conocimientos necesarios para afrontar la vida, a los docentes que se tomaron el tiempo de enseñarnos habilidades fuera de las materias.

Queremos hacer un agradecimiento especial a la Ingeniera Luisa Sotomayor por profesionalismo y apoyo incondicional como docente y como tutora por darnos su tiempo y conocimientos para concluir satisfactoriamente este proyecto de titulación.

A su vez queremos agradecer al Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Politécnica Salesiana Centro de Apoyo Cayambe y en especial al Ingeniero Jorge Sandoval por su apoyo y amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORES	ii
DECLARACIÓN DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO 1	1
ANTECEDENTES.....	1
1.1 Problema de estudio	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Metodología	2
1.5 Beneficiarios	3
CAPÍTULO 2	4
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
2.1 Estación Meteorológica.....	4
2.1.1 Características de una estación meteorológica.....	5
2.1.2 Ventajas y Desventajas de una estación meteorológica.....	6
2.2 Tipos de estaciones meteorológicas	6

2.2.1 Estación Meteorológica Personal.....	7
2.2.2 Estación Meteorológica Marítima.....	8
2.2.3 Estaciones de Altura.....	8
2.2.4 Estaciones Aeronáuticas.....	8
2.2.5 Estación Agro-meteorológica.....	9
2.3 Proyecto cuenca del Río Pisque	10
2.3.1 Situación Climática	10
2.4 Estación Meteorológica Automática EMA	11
2.4.1 Componentes de una estación agro-meteorológica automática	12
2.4.2 Sensores meteorológicos.....	12
2.4.3 Registrador de datos.....	14
2.4.4 Energía solar fotovoltaica	15
2.5 Envío de información remota.....	15
2.5.1 Red GPRS	15
2.5.2 Módulo SIM 900.....	16
2.5.3 Arquitectura GPRS.....	16
2.6 Visualización de Información Remota.....	18
2.6.1 Internet de las cosas	18
2.6.2 Servicio en la nube	19
2.6.3 API del servicio en la nube	19
2.6.4 Hosting	20
2.6.5 Dominio.....	20
2.7 Estaciones Meteorológicas existentes en la cuenca del Río Pisque	20

2.7.1 Caracterización.....	21
CAPÍTULO 3	23
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	23
3.1 Requerimientos de la estación agro-meteorológica	23
3.2 Diseño Mecánico.....	23
3.2.1 Diseño de la estructura metálica	24
3.2.2 Implementación de la estructura metálica	25
3.3 Diseño del sistema de alimentación	26
3.3.1 Evaluación de la energía consumida por día.....	26
3.3.2 Horas de sol pico en Ecuador.....	28
3.3.3 Cálculo de la potencia del panel fotovoltaico	28
3.3.4 Ubicación del panel fotovoltaico.	29
3.3.5 Cálculo de la capacidad de las baterías.	30
3.3.6 Corriente del regulador de carga.	31
3.4 Diseño Electrónico.	32
3.4.1 Fuente de Alimentación.	33
3.4.2 Microcontrolador ATmega2560.....	33
3.4.3 Reloj de tiempo real y sensor de presión barométrica.	35
3.4.4 Escritura en memoria SD	36
3.4.5 Módulo de transmisión de datos.	37
3.4.5 Conexión de sensores de viento y cantidad de lluvia.....	39
3.5 Desarrollo de software para la adquisición y visualización de datos.....	40
3.5.1 Programación de datalogger.....	41

3.5.2 Desarrollo de aplicación en un servicio en la nube.....	42
3.5.3 Configuración de alertas	44
3.5.4 Configuración de dominio y hosting.....	45
3.5.5 Desarrollo de página web para visualización de datos.....	47
CAPÍTULO 4	49
PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
4.1 Estación agro-meteorológica realizada.	49
4.2 Funcionamiento de la página web.....	50
4.3 Reportes del servicio en la nube y datalogger.....	51
4.4 Análisis de optimización del tiempo.	52
4.5 Análisis de consumo de datos móviles.....	52
4.6 Pruebas comparativas con una estación meteorológica comercial.	53
4.6.1 Validación de datos comparados.....	54
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Estación Meteorológica Convencional	4
Figura 2.2 Estación Meteorológica Personal	7
Figura 2.3 Estación Agro-meteorológica	9
Figura 2.4 Partes de una Estación Meteorológica Automática	12
Figura 2.5 Instrumentos meteorológicos	14
Figura 2.6 Datalogger Fieldlogger de marca Novus	14
Figura 2.7 Panel Solar Fotovoltaico	15
Figura 2.8 Especificaciones Tarjeta SIM 900	16
Figura 2.9 Arquitectura de Red GPRS	17
Figura 2.10 Dispositivos conectados a internet en los últimos años	18
Figura 2.11 Ubicación geográfica Centro de Apoyo Cayambe	21
Figura 2.12 Estación Meteorológica Vantage Pro2	22
Figura 3.1 Dimensiones y vistas lateral, superior y frontal	24
Figura 3.2 Instalación de la estructura metálica en terreno inclinado	25
Figura 3.3 Dimensiones de la estructura metálica.	25
Figura 3.4 Partes de la estructura metálica	26
Figura 3.5 Fijación del panel solar en la estructura metálica	29
Figura 3.6 Base para el soporte del panel solar	30
Figura 3.7 Disposición de la batería	31
Figura 3.8 Regulador de carga CMP12 10A	32
Figura 3.9 Conexión de la fuente de alimentación al regulador de carga.	33
Figura 3.10 Diseño de la placa modular compatible con Arduino Mega 2560 R3	34

Figura 3.11 Placa modular compatible con Arduino Mega 2560 R3.....	34
Figura 3.12 Conexión de BPM180 y RTC DS3231 a Arduino Mega 2560 R3.....	35
Figura 3.13 Conexión de lector/escritor micro SD a Arduino Mega 2560 R3	36
Figura 3.14 Placas realizadas para sensor BMP180, RTC DS3231 y lector/escritor SD. ...	37
Figura 3.15 Conexión del módulo SIM 900 a Arduino Mega 2560 R3.....	38
Figura 3.16 Placa y carcasa realizada para el módulo SIM 900.	38
Figura 3.17 Conexión de los sensores WeatherRack Weather a Arduino Mega 2560 R3..	39
Figura 3.18 Instalación de los sensores a la estructura de la estación meteorológica.....	40
Figura 3.19 Diagrama de flujo general	41
Figura 3.20 Diagrama funcional de la estación agro-meteorológica.	42
Figura 3.21 Credenciales del API y origen de datos.....	43
Figura 3.22 Variables creadas en la API de Ubidots	43
Figura 3.23 Tanque de evaporación con sensor de nivel.	44
Figura 3.24 Configuración de alerta vía correo electrónico.....	45
Figura 3.25 Pasos para registrar un dominio.....	46
Figura 3.26 Características del servicio de hosting compartido.	47
Figura 3.27 Procedimiento para instalar WordPress.....	48
Figura 3.28 Código embebido de la tabla de datos.	48
Figura 4.1 Instalación de la estación agro-meteorológica construida.....	49
Figura 4.2 Página web para visualizar los datos.	50
Figura 4.3 Tablas históricas y gráficas de la página web.....	51
Figura 4.4 Reporte generado en el servicio en la nube.	51
Figura 4.5 Lugar donde se realizó las pruebas comparativas.....	53

Figura 4.6 Gráfica comparativa de la presión atmosférica.	54
Figura 4.7 Gráfica comparativa de la humedad externa.	55
Figura 4.8 Gráfica comparativa de la precipitación.	55
Figura 4.9 Gráfica comparativa de la precipitación.	56
Figura 4.10 Gráfica comparativa de la dirección del viento.	56
Figura 4.11 Gráfica comparativa de la velocidad del viento.	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Características Generales de una Estación Meteorológica Convencional	5
Tabla 2.2 Ventajas y Desventajas de una Estación Meteorológica Convencional.	6
Tabla 2.3 Proyecto Cuenca del Río Pisque	10
Tabla 2.4 Promedio de Temperatura del proyecto Cuenca del Río Pisque.....	11
Tabla 2.5 Características Específicas de una Estación Vantage Pro2.....	22
Tabla 3.1 Consumo del sistema	27
Tabla 3.2 Especificaciones del panel solar	29
Tabla 3.3 Dimensionamiento de Batería.....	31
Tabla 3.4 Conexión de los dispositivos I2C hacia la placa Arduino Mega 2560 R3.....	35
Tabla 3.5 Conexión del lector/escritor SD hacia la placa Arduino Mega 2560 R3.	36
Tabla 3.6 Conexión del módulo SIM900 con la placa Arduino Mega 2560 R3.....	38
Tabla 3.7 Conexión de los sensores WeatherRack Weather con la placa Arduino Mega 2560 R3.	40
Tabla 4.1 Tiempo necesario para recolección de información.	52
Tabla 4.2 Datos consumidos según el intervalo de envío.	53
Tabla 4.3 Error promedio de las variables comparadas.	57

RESUMEN

El presente proyecto busca optimizar tanto el levantamiento como la transmisión de la información climatológica, facilitando de esta manera la visualización en tiempo real y generando datos históricos, interviniendo de esta forma en la toma de decisiones respecto al uso de los recursos naturales que deben proveerse en los terrenos agrícolas en la cuenca del Río Pisque.

Existen en el mercado gran cantidad de estaciones meteorológicas las cuales en un gran porcentaje son de fabricación cerrada presentando limitaciones en software y hardware, teniendo como aspecto negativo la restricción de realizar algún tipo de instalación de nuevos sensores y el software se encuentra ligado a la adquisición de licencias.

El desarrollo de este proyecto apunta a la implementación de una estación agro-meteorológica que posea similares características a las de una estación convencional diferenciando su funcionamiento en el uso de código abierto reduciendo así considerablemente el costo de esta.

Gracias a la cobertura de la red GPRS (General Packet Radio Service) es posible transmitir los datos de forma remota hacía una aplicación en un servicio en la nube, permitiendo de esta manera gestionar la información y proporcionando a la estación agro-meteorológica la función de almacenar lecturas a lo largo de ciertos períodos de tiempo.

A trabajar con datos netamente análogos el porcentaje de error puede elevarse considerablemente, siendo importante la inclusión de un sistema de alarmas cuando estos valores rebasen ciertos parámetros o se produzca alguna falla en la alimentación proporcionada por el panel solar o en el nivel de la batería.

ABSTRACT

The present project seeks to optimize both the survey and the transmission of climatological information, thus facilitating visualization in real time and generating historical data, intervening in this way in making decisions regarding the use of natural resources that must be provided in the agricultural land in the Pisque River basin.

There are many weather stations in the market which in a large percentage are closed manufacturing presenting limitations in software and hardware, having as a negative aspect the restriction of performing some type of installation of new sensors and the software is linked to the acquisition of licenses.

The development of this project aims at the implementation of an agro-meteorological station that has similar characteristics to those of a conventional station, differentiating its operation in the use of open source, thus considerably reducing the cost of this.

Thanks to the coverage of the GPRS network (General Packet Radio Service) it is possible to transmit the data remotely to an application in a cloud service, thus allowing to manage the information and providing the agro-meteorological station with the function of store readings over certain periods of time.

When working with purely analogous data, the percentage of error can rise considerably, being important the inclusion of an alarm system when these values exceed certain parameters or there is some failure in the power provided by the solar panel or at the battery level.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en la cuenca del Río Pisque están 3 estaciones meteorológicas semiprofesionales que recolectan datos y se descargan manualmente una vez al mes, los mismos que son manejados por el Laboratorio Sistemas de Información Geográfica (SIG) del Centro de Apoyo Cayambe de la Universidad Politécnica Salesiana. Por lo que el desarrollo de una estación agro-meteorológica automática remota es importante para el sector productivo de esta zona, los datos recolectados son enviados a Internet mediante la red GPRS, esta estación es de código abierto, lo que permite futuras mejoras en diseño y programación, con esto se busca que los profesionales del SIG puedan obtener los datos en tiempo real, para que realicen el análisis y la creación de programas para tecnificar los cultivos y optimizar los recursos naturales en la agricultura. El presente proyecto se lo dividido en cuatro capítulos para alcanzar los objetivos planteados.

El primer capítulo contiene información sobre los antecedentes, planteamiento del problema, posible solución, objetivos, alcance y beneficiarios del proyecto.

En el segundo capítulo se desarrolla el marco conceptual, donde aborda definiciones de las estaciones agro-meteorológicas, las variables a medir y el funcionamiento de los sensores, así como la aplicación realizada en el servicio en la nube y la generación de alertas, además de información del proyecto Cayambe - Pedro Moncayo.

El tercer capítulo contiene el diseño e implementación, donde se consulta las características de estaciones meteorológicas comerciales y los requerimientos de los profesionales del Laboratorio SIG para establecer las características de la estructura mecánica, sistema de alimentación, sistema electrónico, sistemas de comunicación e instrumentación de los sensores, el diagrama de flujo que explica el comportamiento del sistema, desarrollo de la aplicación en el servicio en la nube, configuración de alertas y la elaboración de la página web para la presentación final de los datos.

El cuarto capítulo se muestra la instalación final del proyecto, se prueba el funcionamiento de la página web, generación de reportes y almacenamiento de los datos en el datalogger, análisis de optimización del tiempo y el consumo de datos móviles, se comprueba la veracidad de los datos al compararlos con una estación meteorológica comercial, calculando el error absoluto y porcentual, conclusiones y recomendaciones. En los anexos se presenta el manual de usuario y los datos obtenidos al realizar la comprobación.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

En este capítulo se describe el problema de estudio, justificación, objetivos a cumplir, metodología, así como también los beneficiarios en el proyecto.

1.1 Problema de estudio

Para la tecnificación de las actividades agrícolas se requiere conocer las variables climáticas como temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, radiación solar y cantidad de lluvia precipitada por lo que es necesario contar con estaciones meteorológicas que recepen y almacenen estos datos en una memoria para su posterior descarga. El personal del Laboratorio SIG se moviliza alrededor de dos horas para acceder a estos datos, esto representa un alto costo en la movilización y limita el acceso a la información.

Además, estas estaciones meteorológicas tienen costos elevados entre 6000 y 20000 dólares, esto causa que las comunidades no se planteen la posibilidad de instalar este tipo de dispositivos en sus terrenos agrícolas lo que conlleva a una falta de tecnificación en los cultivos agrícolas y por ende una poca producción y pérdidas económicas que afectan a los agricultores y sus familias. Por lo que se propone desarrollar una estación agro-meteorológica de bajo costo y con el envío de la información a una aplicación en un servicio en la nube.

1.2 Justificación

Este trabajo servirá para el estudio de las variables agro-meteorológicas de las comunidades cercanas a la cuenca del Río Pisque, de esta manera al tener una estación agro-meteorológica automática remota se podrá recopilar datos de las variables de temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, radiación solar y cantidad de lluvia precipitada en tiempo real mediante internet, estos datos son de gran importancia para el Laboratorio SIG porque pueden realizar actividades como una planificación de riego según la humedad del terreno, selección de cultivos según las temperaturas máximas y mínimas de los terrenos, tratamiento de plagas específicas que se proliferan en ciertos índices de humedad y temperatura, en la producción de energía donde se necesita conocer datos de radiación solar y

velocidad del viento para la instalación de paneles solares o generadores eólicos y por ende una tecnificación de las actividades agrícolas.

De manera indirecta también se beneficiarían aproximadamente 25000 familias de la zona ya que al tecnificar las actividades agrícolas es posible la mejora en la producción de leche de origen bovina y sus derivados que es una de las principales actividades económicas de los Cantones Cayambe y Pedro Moncayo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar una estación agro-meteorológica automática remota para el levantamiento de información climática en la cuenca del Río Pisque.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar el funcionamiento de estaciones meteorológicas automáticas con envío de información remota para establecer las características del dispositivo.
- Automatizar una estación meteorológica automática de código abierto para el monitoreo y envío de información en forma remota.
- Incorporar una aplicación en un servicio en la nube mediante la transmisión por la red GPRS para la visualización de datos de la estación meteorológica automática.
- Comprobar el funcionamiento del dispositivo mediante la comparación de datos con una estación meteorológica comercial para verificar los datos.

1.4 Metodología

Actualmente se realiza el levantamiento de información climática de parte del Laboratorio SIG de forma manual, ya que sus técnicos necesitan viajar largos trayectos para acceder a la información, porque las tres estaciones meteorológicas comerciales con las que cuenta el laboratorio no cuentan con un puerto de comunicación, los datos se guardan en una tarjeta de memoria. Por lo que se propone el desarrollo de una estación agro-meteorológica automática remota, para el levantamiento de información climática en la cuenca del Río Pisque, este desarrollo consta de 4 etapas:

Como primera etapa se determinan las variables agro-meteorológicas que necesita el Laboratorio SIG, así como la ubicación geográfica donde estará el dispositivo para así establecer las características que deberá poseer el equipo.

En la segunda etapa mediante un software para modelamiento mecánico se realizará el proceso de diseño y fabricación de la estructura la cual garantizará su uso en la intemperie, a su vez utilizando una herramienta computacional se llevará a cabo el diseño y elaboración de las placas necesarias para microcontroladores, fuentes de alimentación, sistemas de comunicación e instrumentación de los sensores, para posteriormente realizar la implementación final del proyecto.

En la tercera etapa se procederá a la programación del microcontrolador, pruebas de sistemas de comunicación, la creación de la aplicación en un servicio en la nube y la página web para la presentación final de los datos según las necesidades de los profesionales del Laboratorio SIG.

En la última etapa el prototipo será sometido a varias pruebas de campo para verificar la veracidad de los datos obtenidos, comparándolos con una estación meteorológica comercial, y con esto garantizar su correcto funcionamiento.

1.5 Beneficiarios

Este proyecto beneficiará a los profesionales del Laboratorio SIG e indirectamente a los habitantes de las comunidades agrícolas cercanas a la cuenca del Río Pisque contribuyendo a la tecnificación de sus actividades agrícolas y de este modo obtener una mejor producción en sus cultivos.

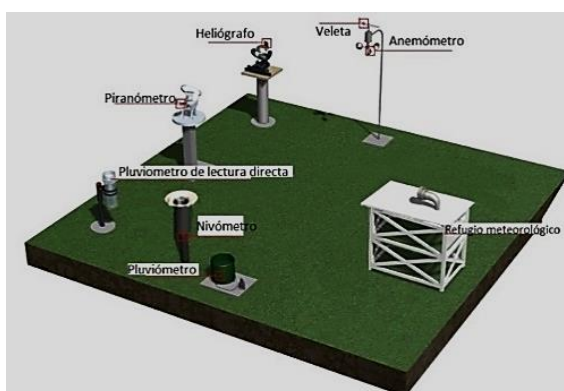
CAPÍTULO 2

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Estación Meteorológica

Una estación meteorológica realiza labores de medición y registro de variables climáticas, esto con el fin de conocer el comportamiento de la atmósfera y del medio ambiente, para la obtención más acertada de pronósticos. Reúne distintos tipos de instrumentos de medida los cuales en un mayor porcentaje no poseen un sistema de transmisión de los datos captados, siendo obligatorio que la recolección de la información sea realizada por una persona y dependiendo del grado de precisión se podrá analizar la efectividad de la información obtenida. (Montalvo, 2014)

Figura 2.1 Estación Meteorológica Convencional



Estación Meteorológica Convencional conformada por instrumentos análogos, Elaborado por Jeremy Novoa, Byron Guillén

En la Figura 2.1 se muestran los instrumentos de medida que conforman una estación meteorológica tradicional como lo son: veleta, anemómetro, heliógrafo, piranómetro, pluviómetro de lectura directa, nivómetro, pluviómetro, refugio meteorológico. La implementación de estaciones meteorológicas se ha convertido en una necesidad, no solo al desahogado cambio climático sino también por la ineficiencia en la utilización de los recursos, principalmente en los terrenos agrícolas en donde se desarrollan sistemas de riego que basan su funcionamiento a intervalos de tiempo al azar o por conveniencia. Debido al volumen de datos que se manejan en estas estaciones y a la exigente precisión de estos “La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda que se instalen en sitios representativos de las condiciones del clima y del

suelo, con ningún obstáculo (árboles, edificios, torres) que proyecten sombras sobre los instrumentos o que impidan la libre circulación del aire”. (Rodríguez, 2013)

De lo expuesto en el párrafo anterior se podría decir que las estaciones meteorológicas se deben ubicar en espacios abiertos y que los datos que se obtengan de ella sean representativos para la zona.

2.1.1 Características de una estación meteorológica

Una estación meteorológica posee diversas e innovadoras funciones que hacen que se constituya como un equipo de gran aporte en el estudio del comportamiento de las variables climáticas, una estación estándar presenta una constitución robusta lo que significa que posee características que son presentadas en la Tabla 2.1. (Universidad San Ignacio de Loyola)

Tabla 2.1 Características Generales de una Estación Meteorológica Convencional

CARACTERÍSTICAS
Estructura con alto grado de protección para ambientes hostiles reduciendo a su vez los efectos de la corrosión
Registro de estadísticas de tiempo incluyendo datos máximos, mínimos, totales y promedios.
Actualización continua de datos, programados durante determinados intervalos de segundos.
Unidad de transmisión y recepción de datos a larga distancia.
Operación mediante la provisión de energía por paneles solares, además de autonomía por provisión de baterías
Aplicación de monitoreo remoto y protección de radiación estándar
Almacenamiento continuo de información en un datalogger
Captación de variables climáticas como: Temperatura interior y exterior, Humedad, Presión Barométrica, Velocidad y Dirección del viento, Índice de Calor, Precipitación

Descripción de las principales características de una Estación Meteorológica Funcional, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

Cómo se puede apreciar las características de una estación meteorológica tienen relación directa con los instrumentos que la componen y el objetivo que persiguen al estar colocadas en lugares específicos.

2.1.2 Ventajas y Desventajas de una estación meteorológica

Debido a las características que poseen las estaciones meteorológicas es necesario puntualizar los beneficios y limitaciones con los que cuenta este equipo, dejando en claro que las ventajas sobresalen sobre las limitaciones y por ende su aplicación está debidamente justificada.

Tabla 2.2 Ventajas y Desventajas de una Estación Meteorológica Convencional.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Fácil instalación en lugares de difícil acceso Disminución de costos por concepto de movilización del personal destinado a recabar la información.	Debido a la transmisión de datos a través de la red celular, inevitable necesidad de un contrato de plan de datos para poder enviar satisfactoriamente las tramas de datos.
Medición de varios parámetros meteorológicos que podrían fácilmente ser interpretados por personas no especializadas.	Revisión continua de la infraestructura de las estaciones, debido a los daños que puedan ocasionar las aves al realizar sus nidos.
Transmisión de datos a largas distancias gracias a la conexión de módulos que realizan el envío mediante el uso de la red GPRS.	Para una correcta transmisión de datos es obligatorio instalara la estación en lugares que estén dentro de la cobertura de red celular
Reducción de errores humanos cuando el observador no presenta la destreza adecuada	Calibración de los instrumentos cada cierto lapso
Estaciones programadas para realizar alertas cuando se producen cambios drásticos en las variables climatológicas	

Ventajas notablemente mayores con relación a las desventajas de una estación meteorológica,

Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

En la Tabla 2.2 se observa que los recursos por transmisión y movilización de personal son mínimos lo cual puede compensar la calibración periódica de los instrumentos, destacando además que las mayores ventajas se presentan en el sector agrícola que es donde tiene su mayor implementación y considerando que estos lugares están considerablemente alejados la ventaja de transmisión de datos aporta en gran porcentaje a la optimización de la estación. (Sensor Vital, s.f.)

2.2 Tipos de estaciones meteorológicas

Se hará referencia a los diferentes tipos de estaciones meteorológicas existentes en el mercado, destacando sus características (Montalvo, 2014). Se clasifican en:

- Personales
- Marítimas
- De Altura
- Aeronáuticas
- Agro-meteorológicas

2.2.1 Estación Meteorológica Personal

Este tipo de estación está diseñada para trabajar en ambientes cercanos a sectores urbanos, siendo operadas por personas o a su vez entidades particulares. Estas estaciones miden un número limitado de variables climáticas esto debido a su reducido tamaño y a su baja capacidad de análisis de datos. Sin embargo, tienen la capacidad de medir las variables climatológicas más esenciales como, por ejemplo:

- Velocidad y dirección del viento
- Temperaturas exteriores e interiores
- Humedad interior y exterior
- Nivel de lluvia
- Radiación ultravioleta

A continuación, se muestra un ejemplo de una estación meteorológica personal:

Figura 2.2 Estación Meteorológica Personal



Visualizador y principales sensores que conforman una estación meteorológica personal, Elaborador por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

Como se puede apreciar en la Figura 2.2, la composición de los sensores y el panel de visualización de datos son de dimensiones relativamente pequeñas lo que permite que puedan ser instalas sin mayor dificultad.

2.2.2 Estación Meteorológica Marítima

Se encuentran ubicadas en mares y océanos, este tipo de estaciones no están estructuradas con partes móviles dando como resultado que la precisión en la adquisición de datos no se vea afectada por el constante movimiento de las olas.

Las estaciones marítimas cuentan con un mayor número de instrumentos como los radares meteorológicos, estos se usan para adquirir datos de:

- Turbulencia atmosférica
- Actividad de tormentas
- Perfiladores de viento
- Sistemas acústicos de sondeo de la estructura vertical de temperaturas

2.2.3 Estaciones de Altura

Este tipo de estación meteorológica está diseñada para realizar la captación de variables específicas como presión atmosférica, temperatura, humedad, viento que se efectúan a varios niveles de la atmósfera. Generalmente este tipo de estación se encuentra instalada a una altitud de entre 16 a 20 km para lograr realizar mediciones adecuadas. Una característica específica es que realizan la transmisión de señales radioeléctricas, con la ayuda de un radiotransmisor miniaturizado, estos datos son receptados en la tierra y luego convertidos a una variable meteorológica.

2.2.4 Estaciones Aeronáuticas

Se encuentran instaladas en aeropuertos y aeródromos, efectúan labores de recolección de datos a lo largo del día. Están diseñados para transmitir la información a otros aeródromos y aviones en vuelo, contribuyendo de esta manera a efectuar una navegación aérea segura. Gracias a la información meteorológica proporcionada es posible programar operaciones de vuelo y particularmente elecciones de ruta y nivel de vuelo, optimizando así el consumo de combustible y el tiempo de duración del vuelo reduciendo de este modo los costos operativos. Los sensores con los que cuentan este tipo de estaciones son de:

- Temperatura del Aire
- Punto de Rocío

- Dirección y fuerza del viento
- Presión barométrica
- Precipitación
- Alcance Visual
- Sensor de medición de altitud de las nubes

2.2.5 Estación Agro-meteorológica

Las estaciones agro-meteorológicas realizan análisis de los elementos físicos y biológicos del medio ambiente determinando así la relación entre el tiempo y la vida de plantas y animales.

Figura 2.3 Estación Agro-meteorológica



Instalación de estaciones agro-meteorológicas en terrenos agrícolas, Elaborador por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

Gracias a este análisis es posible conocer la relación entre los factores meteorológicos e hidrológicos, y la agricultura en todo aspecto, en la Figura 2.3 se puede apreciar la instalación de una estación en un terreno agrícola en donde el comportamiento climático será estudiado continuamente.

Con el análisis de los datos proporcionados por la estación agro-meteorológica se pueden realizar actividades como Planificación, Predicción e Investigación. De esta forma se aporta con datos precisos que ayudan en la labor que desempeñan los agricultores, garantizando que el cultivo se realice de manera tecnificada.

2.3 Proyecto cuenca del Río Pisque

Este proyecto se desarrolla en Cayambe a 75 Km de distancia de Quito, en la Tabla 2.3 se muestran los tres cantones pertenecientes a la cuenca del Río Pisque, teniendo a Cayambe como cabecera cantonal, adicionalmente está compuesto por 8 parroquias, las cuales se dividen en:

Tabla 2.3 Proyecto Cuenca del Río Pisque

CANTÓN	PARROQUIAS	
	RURALES	URBANAS
Cayambe	Olmedo Ayora Cangahua Otón Santa Rosa de Cuzubamba Ascázubi	Cabecera Cantonal Cayambe Juan Montalvo
Pedro Moncayo	Tupigachi La Esperanza Tocachi Malchinguí	Tabacundo
Quito	Parte de Guayllabamba	

Parroquias que componen el Proyecto Cuenca del Río Pisque, Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén

Mediante la ejecución de este proyecto se ha logrado optimizar el uso indiscriminado del en la parcela, mejorando además la gestión administrativa, económica y ambiental de las organizaciones. (Dirección Técnica de Vinculación con la Colectividad Centro de Investigación de la Leche, 2015)

2.3.1 Situación Climática

El elemento del clima que genera mayores variaciones es la temperatura del aire, los estudios se enfocan en esta variable porque su comportamiento determina el crecimiento, desarrollo y productividad de los cultivos agrícolas. Gracias a la información proporcionada por las estaciones meteorológicas instaladas en el Centro de Apoyo Cayambe y con la contribución del Instituto Ecuatoriano Espacial (IEE) se ha realizado un cálculo de las temperaturas medias mensuales y anuales de todo el

período histórico de registro para cada estación climática considerada, estos valores promedios se presentan en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Promedio de Temperatura del proyecto Cuenca del Río Pisque.

NOMBRE	MES												
ESTACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Med
OLMEDO													
PICHINCHA (M023)	11,6	11,7	11,8	12	12,1	11,7	11,4	11,5	11,7	12,2	12	11,9	11,8
ASCAZUBI													
INAMHI (M168)	14,9	15,1	15	15	15,3	15,1	15,7	15,5	15,2	14,6	14,5	15,2	15,1

Temperatura (°C) media anual y mensual de la Cuenca del Río Pisque, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

Gracias a la información obtenida en dicha tabla el valor promedio de temperatura anual es de 13,05 °C, esta información ha sido manejada por el Instituto Ecuatoriano Espacial. Los meses que presentan mayores temperaturas de acuerdo con cada estación meteorológica son los siguientes:

- Abril y octubre en el caso de la estación M023
- Desde febrero a septiembre para la estación M168

De igual manera los meses que presentaron valores de temperatura ligeramente bajos fueron los siguientes:

- Julio y agosto para la estación M023
- Noviembre para la estación M168

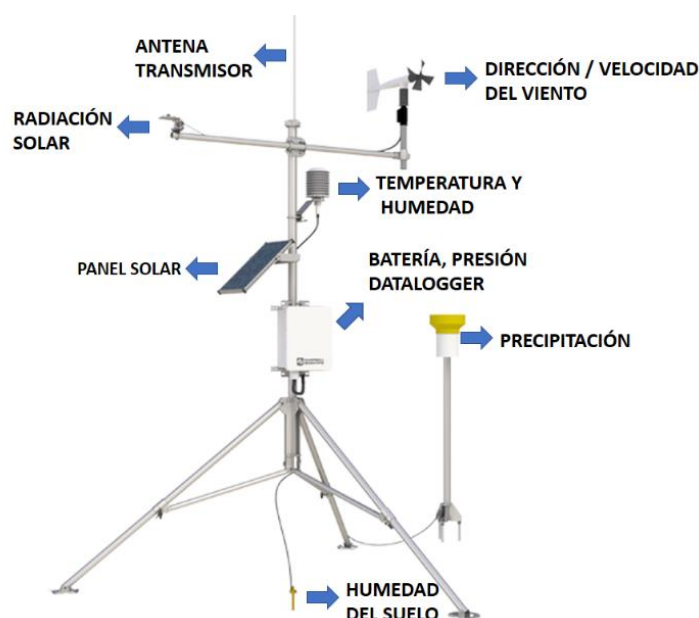
La variación que presentan los valores mensuales de temperatura en amplitud (máximos y mínimos) fue de alrededor de 3 °C, dando como resultado que la variación es baja para este tipo de estaciones meteorológicas. (Gobierno Autónomo de la Provincia de Pichincha, 2015)

2.4 Estación Meteorológica Automática EMA

Una estación meteorológica automática (EMA) usa un dispositivo electrónico llamado datalogger donde ingresa la señal digital o analógica de los sensores, los que obtienen datos de medidas meteorológicas a intervalos de tiempos configurables, por ejemplo,

lluvia, temperatura, radiación solar, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica, etc. Estos datos son procesados y transmitidos a una memoria o a un sistema de comunicación, estas funcionan de forma autónoma con un sistema de alimentación usando paneles solares (Caluña & Jordán, 2017). En la Figura 2.4 se observan las principales partes de una estación meteorológica automática cuyas principales características es ser portátil y de altura regulable como los sensores, datalogger, panel solar, etc.

Figura 2.4 Partes de una Estación Meteorológica Automática



Partes de una estación meteorológica automática típica, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén

2.4.1 Componentes de una estación agro-meteorológica automática

Los componentes de una estación agro-meteorológica automática se dividen en cuatro elementos importantes: Sensores o instrumentos meteorológicos, datalogger, sistema de alimentación de energía y sistema de comunicaciones. Los avances dados en los últimos años han logrado minimizar los costos de mantenimiento y logística en las mediciones de las variables ambientales, en especial el sistema de comunicaciones. (B.D., 2001)

2.4.2 Sensores meteorológicos

Son los sensores y transductores que transforman las condiciones climáticas del medio ambiente a impulsos eléctricos, son de construcción sólida capaz de resistir las

condiciones de la intemperie sin perder la sensibilidad para captar las variaciones mínimas de los fenómenos meteorológicos.

- **Sensor de temperatura:** El sensor usado con frecuencia es el termistor, este varía su resistencia con la temperatura y los termopares que generan una señal micro voltaica. Deben estar en una pantalla protectora contra radiación solar con ventilación para evitar el deterioro del sensor. (Agrícolas, s.f.)
- **Sensor de precipitación:** Este sensor está compuesto de dos recipientes de igual volumen que se balancean sobre un eje. Cuando se llena un recipiente por su propio peso cae, vaciándose, generando un pulso. (Agrícolas, s.f.)
- **Sensor de humedad relativa:** Estos sensores están basados en un polímero que libera y absorbe vapor de agua según la humedad relativa variando las propiedades dieléctricas del mismo. Este se ubica junto al sensor de temperatura dentro de la pantalla protectora. (Agrícolas, s.f.)
- **Sensor de velocidad y dirección del viento:** Se usan por lo general sensores con tres copas que rotan sobre un eje vertical generando un voltaje de corriente alterna o directa para determinar la velocidad y una hélice integrada con una veleta que mueve potenciómetros circulares típicos de 1 a 10 K Ω para indicar la dirección del viento. (Agrícolas, s.f.)
- **Sensor de radiación solar:** existen dos tipos:
 - Los piranómetros de termopilas utilizan una serie de uniones termoeléctricas para proveer una señal típica de varios $\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$.
 - Las fotoceldas de silicio son dotadas con filtros que permiten obtener mediciones precisas de la radiación fotosintéticamente activa (0.4-0.7 μm) para luz natural o artificial. (Agrícolas, s.f.)
- **Barómetro:** Este mide el peso por unidad de superficie ejercida por la atmósfera o conocido como presión atmosférica. Utiliza un sensor piezorresistivo que transmite un voltaje o corriente proporcional a la presión atmosférica. (SENSOVANT, 2014)

En la Figura 2.5 se indica los instrumentos meteorológicos típicamente usados: sensor de humedad y temperatura, sensor de cantidad de lluvia, sensor de radiación solar, sensor de velocidad y dirección de viento, sensor de presión atmosférica, etc.

Figura 2.5 Instrumentos meteorológicos



Principales sensores de una estación meteorológica automática, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén

2.4.3 Registrador de datos

Es un dispositivo electrónico que lee la información de los sensores, la procesa y registra las 24 horas del día. Este interpreta la señal digital o analógica y las transforma en un valor según la variable meteorológica. Si se conecta a un sistema de comunicación, es posible enviar la información desde el sitio que está ubicada la estación meteorológica a Internet (Agrícolas, s.f.). En la Figura 2.6 se indica un Datalogger Fieldlogger de la marca Novus donde se muestra los canales analógicos, canales digitales, lector/escritor de tarjeta SD (Secure Digital), puerto de conexión a PC (Personal Computer) y puerto ethernet.

Figura 2.6 Datalogger Fieldlogger de marca Novus



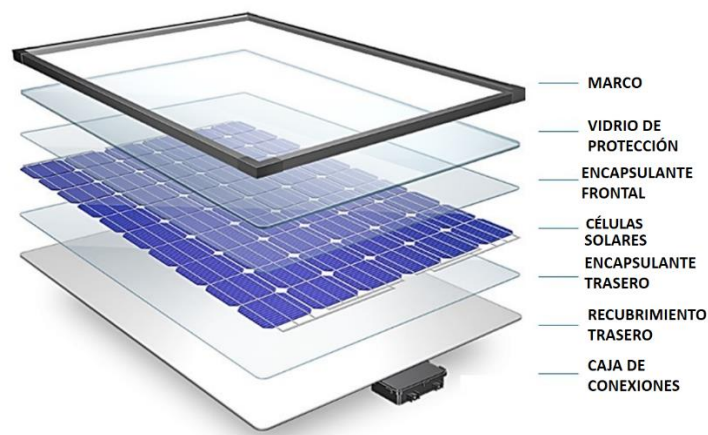
Registrador de datos para estaciones meteorológicas de marca FieldLogger, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén

2.4.4 Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es el conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que se usan para transformar la energía solar en energía eléctrica mediante el efecto fotoeléctrico que es la aparición de una corriente eléctrica en algunos materiales cuando se iluminan por radiación electromagnética.

Estos sistemas consisten en módulos fotovoltaicos, regulador de carga y sistema de acumulación o baterías. La energía producida por el sol es almacenada en las baterías mientras que el sistema electrónico de la estación meteorológica se alimenta mediante el regulador de carga de la energía almacenada. Esta energía solar fotovoltaica es una fuente de energía inagotable, se aprovecha en el mismo lugar en que se produce, es renovable y limpia. (Fernandez, 2010). En la Figura 2.7 se observan las partes de un panel solar fotovoltaico y sus partes.

Figura 2.7 Panel Solar Fotovoltaico



Paneles solares fotovoltaicos, Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén.

2.5 Envío de información remota

El objetivo del envío es disponer de la información meteorológica en tiempo real y almacenarla utilizando un servicio en la nube, por lo que es necesario considerar aspectos del sistema de comunicación GPRS.

2.5.1 Red GPRS

La red GPRS trata de una técnica de conmutación de paquetes para el envío y recepción de información, estos son transmitidos, reunificados y presentados, se aplica en las

transmisiones de datos que produzcan tráfico variable. Tiene la posibilidad de utilizar diversos canales y aprovechar los canales disponibles para las transmisiones de múltiples usuarios, con esto no es necesario un circuito dedicado para la conexión de cada usuario, desapareciendo el concepto de tiempo de conexión, y enfocándose a la cantidad de información transmitida. (Sánchez , 2005)

2.5.2 Módulo SIM 900

El módulo SIM 900 está desarrollado por SIMCom, usa la banda GSM (Global System for Mobile Communications)/ GPRS 850/900/1800/1900 MHz usado para realizar llamadas de voz, SMS (Short Message Service), y transmisión de datos con la tecnología GPRS. Es compatible con todos los microcontroladores por UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) por medio del uso de comandos AT. (SIMCOM, s.f.)

En la Figura 2.8 se observa las características de la tarjeta SIM 900 en la que se destaca la compatibilidad con microcontroladores y su eficacia en el envío de datos a un servidor.

Figura 2.8 Especificaciones Tarjeta SIM 900



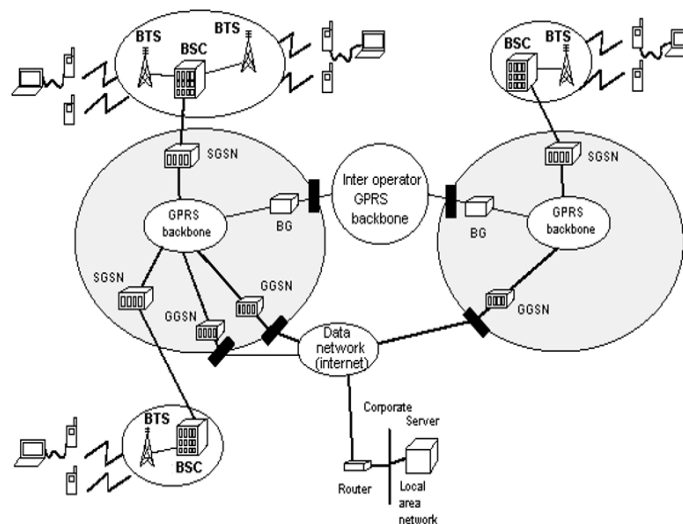
Imagen y especificaciones del módulo SIM 900, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

2.5.3 Arquitectura GPRS

La red GPRS es una red incorporada a GSM por lo que usan la misma red de acceso GSM-IP (Internet Protocol). Para lograr esto GPRS introduce nuevos nodos a la red, los elementos y la arquitectura de una red GPRS se presentan en la Figura 2.9 estos elementos se detallan a continuación.

- **Gateway GPRS Support Node (GGSN):** Este nodo actúa como un router, es decir, es una interfaz lógica hacia las redes de datos externas. Cuando recibe datos dirigidos hacia un usuario el nodo comprueba si la dirección está activa para después enviar los datos al SGSN. También es un dispositivo de encaminamiento hacia una sub red ya que hace que la infraestructura de la red GPRS sea transparente.
- **Serving GPRS Support Node (SGSN):** Este nodo se encarga del transporte de los paquetes de datos desde y hacia las estaciones base (BTS) ubicadas dentro de su área de servicio, es decir, se encarga de la conmutación de paquetes. También detecta nuevos móviles GPRS en su área guardando un registro de su localización, consultando con el registro de ubicación base (HLR) el perfil del usuario, a su vez gestiona la movilidad de las estaciones móviles (MS) y controla aspectos relacionados con tarificación, control de accesos y seguridad de las comunicaciones.
- **Packet Control Unit (PCU):** Este elemento se encarga de manejar la comunicación de paquetes.
- **Charging Gateway (CG):** Su función principal es recoger los archivos donde está la información detallada de la celda donde inicia y termina la llamada generados por SGSN y GGSN de manera que los consolida y pre-procesa antes de enviarlos al sistema de tarificación o BS (Billing System).

Figura 2.9 Arquitectura de Red GPRS



Arquitectura de la red GPRS, Elaborado por (Sánchez , 2005)

- **Border Gateway (BG):** Este es un nodo pasarela que realiza la comunicación entre las principales conexiones troncales GPRS de operadoras como CNT, Claro y Movistar en Ecuador. (Sánchez , 2005)

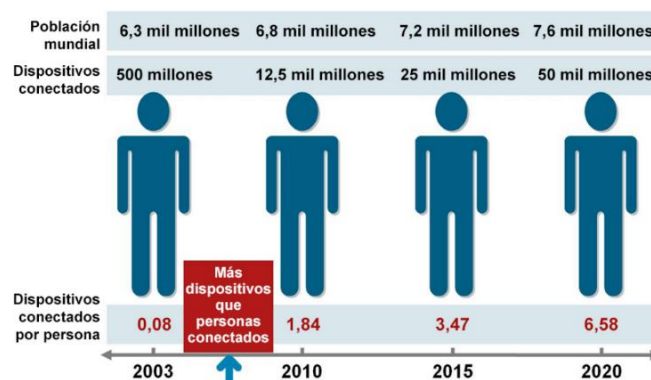
2.6 Visualización de Información Remota

Una parte importante sobre este proyecto es la visualización de los datos obtenidos en la estación meteorológica automática remota, estos se muestran en una página web propia alquilando un dominio y hosting. Estos datos pueden ser visualizados en una tabla general donde constara la fecha, hora y el valor de la variable medida. Adicionalmente se puede observar los cambios de cada variable en graficas sencillas de interpretar.

2.6.1 Internet de las cosas

El internet de las cosas (IoT) es un sistema de dispositivos de computación interconectados con la capacidad de transferir datos a Internet, sin requerir de interacciones humano a humano o humano a computadora. El crecimiento exponencial de los dispositivos móviles, estos llegaron a 12,5 mil millones de dispositivos conectados a Internet en 2010, teniendo una población mundial de 6,8 mil millones, por lo que el número de dispositivos conectados por persona es 1,84 teniendo una proyección para el año 2020 de 6,58 dispositivos conectados por persona. (Evans, 2011) En la Figura 2.10 se muestra la cantidad de dispositivos conectados a internet por persona en función del tiempo y su tendencia mundial.

Figura 2.10 Dispositivos conectados a internet en los últimos años



Dispositivos conectados a internet por persona, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén

2.6.2 Servicio en la nube

El servicio en la nube se conoce a todo servicio o programa que se usa, pero que no está instalado en el computador o celular, es decir que se accede a ellos mediante internet. Un ejemplo de esto es Dropbox, en el momento que se accede a la cuenta se conecta vía internet a un centro de procesamiento de datos con ubicación desconocida que almacena los datos. Las ventajas que se obtiene de los servicios en la nube son: (GeekLand, 2016)

- Facilidad de uso.
- Libre de mantenimiento.
- Seguridad.
- Ahorro en adquisición de software, de hardware y en mantenimiento.

Para el desarrollo del proyecto se usó Ubidots, este permite visualizar y almacenar información de sensores en tiempo real además se puede crear aplicaciones para la visualización de datos de la estación meteorológica automática. (Ubidots, 2014)

2.6.3 API del servicio en la nube

Así como se usa un navegador para visitar páginas web a través de URL (Uniform Resource Locator), los dispositivos tienen su propia forma de interactuar con los sistemas web, necesitan una “página web especial”, con una estructura estandarizada y unos comandos preestablecidos. Éstas “páginas web para dispositivos” son lo que se conoce como un API REST. (Ubidots, 2014)

- **Interfaz de Programación de Aplicaciones (API):** Establece la forma en la que diferentes componentes de un sistema de software deben interactuar entre ellos. Para este caso, API especifica la interacción entre Ubidots y los dispositivos que adquieren y envían la señal.
- **Transferencia de representación de estado (REST):** Es cualquier interfaz entre sistemas que use HTTP (Hypertext Transfer Protocol) para obtener datos o generar operaciones sobre esos datos en todos los formatos posibles, como XML y JSON (JavaScript Object Notation).

El API de Ubidots implementa cuatro métodos de HTTP:

- GET para la lectura de información
- POST para la creación de información
- PUT para la edición de información
- DELETE para el eliminado de información

2.6.4 Hosting

Hosting o alojamiento web es un servicio donde un proveedor alquila un espacio de almacenamiento en un servidor conectado a Internet, en este se almacenan imágenes, videos, archivos o cualquier contenido accesible vía web. Entre sus usos se destacan (Lopez, 2017):

- Crear un servidor de correo electrónico con un nombre de dominio propio, por ejemplo: info@redmeteorologicaups.com
- Acceso vía FTP (File Transfer Protocol) para subir y bajar archivos.
- Crear almacenamiento en la nube.

2.6.5 Dominio

Un dominio es una cadena de caracteres alfanuméricos, que cumplen un formato establecido donde se traduce una dirección IP de un servidor a una dirección de red informática mundial (www). Los dominios pueden ser: (Telefónica, s.f)

- Dominios Geográficos: Estos identifican un territorio determinado y están formados por las dos primeras letras de un país por ejemplo (.ec, .es, .co, etc.).
- Dominios Genéricos: Estos identifican el carácter o propósito del nombre de dominio por ejemplo (.com, .net, .info, etc.).

2.7 Estaciones Meteorológicas existentes en la cuenca del Río Pisque

En los cantones Cayambe y Pedro Moncayo se encuentra en Río Pisque cuyos habitantes se dedican a labores agrícolas que solventan su economía por lo que el conocimiento del comportamiento climático se ha convertido en una necesidad. El objetivo principal de realizar un análisis del comportamiento climáticos de estas zonas es incrementar la productividad en los sistemas de riego. Las estaciones semiprofesionales existentes en la zona se encuentran ubicadas en los siguientes lugares:

- La primera está ubicada en la parroquia Ascázubi comunidad Santa Rosa de Cusubamba.
- La segunda está ubicada en la comunidad de Pesillo, barrio Carabotija.
- La tercera se encuentra ubicada en el Cerro Pisambilla a 3.472 m.s.n.m

Cómo se puede apreciar en la Figura 2.11 las estaciones meteorológicas se encuentran instaladas en forma triangular de manera que estas recolectan información en lugares estratégicos. Estos lugares fueron seleccionados por el Laboratorio SIG después de haberse realizado estudios previos de accesibilidad, conectividad y aprovisionamiento de la red eléctrica. (Aguirre & Suárez, 2017)

Figura 2.11 Ubicación geográfica Centro de Apoyo Cayambe



Ubicación triangular de las Estaciones Meteorológicas del Centro de Apoyo Cayambe, Fuente (Aguirre & Suárez, 2017)

2.7.1 Caracterización

Una estación comercial Davis Vantage Pro2 posee diversas características que la convierten en una de mayor aplicación en el sector agrícola, tiene una estructura ergonómica que aloja a varios sensores para determinar las variables meteorológicas.

En la Figura 2.12 muestra los sensores que la componen, están estructurados con una arquitectura robusta y un alto grado de protección, lo cual permitirá que siempre y cuando tengas un sistema de alimentación continuo puedan ser instaladas en cualquier lugar. Las características específicas con las que cuenta una estación Davis Vantage Pro2 son las siguientes:

Figura 2.12 Estación Meteorológica Vantage Pro2



Sensores y demás elementos que componen una Estación Semiprofesional Vantage Pro2, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

Tabla 2.5 Características Específicas de una Estación Vantage Pro2.

CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS
Consola de visualización en Modo gráfico y Hi/Low, Soporte de montaje de sensores
Indicador de fases de luna, Generación de pronósticos meteorológicos
Iconos de alarma, Teletipo, Adaptador para modem telefónico, Indicador de número de estación
Medición de variables meteorológicas: Temperatura interior y exterior, Humedad, Factor de enfriamiento por el viento, Punto rocío, Presión atmosférica, Tendencia barométrica, Índice de calor, Índice de lluvia, Lluvia mensual acumulada, Lluvia anual acumulada, Lluvia diaria, Lluvia de tormenta.
Temperaturas de funcionamiento de 0° a +60°C (+32° a 140°F), Adaptador de corriente 5VCC, 900mA

Caracterización de una estación Semi-Profesional Davis Vantage Pro2, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

En la Tabla 2.5 se pueden apreciar las variables meteorológicas que pueden ser captadas, convirtiéndose en datos de vital importancia para la generación de pronósticos más acertados y que conllevan a la realización de estudios para una planificación sobre la factibilidad del sembrío de determinados productos.

CAPÍTULO 3

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

En el presente capítulo se describe el desarrollo del hardware y software del proyecto, donde se muestra los requerimientos de la estación agro-meteorológica, el diseño de la estructura metálica, desarrollo de los circuitos electrónicos, la interconexión de los diferentes dispositivos instalados, así como la transmisión de datos a una aplicación en un servicio en la nube y la visualización en una página web de las de las variables meteorológicas.

3.1 Requerimientos de la estación agro-meteorológica

Basados en las características que presentan las estaciones meteorológicas comerciales y en los requerimientos de los profesionales del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Centro de Apoyo Cayambe de la Universidad Politécnica Salesiana se definen las características del proyecto:

- Resistente a la intemperie.
- Estructura portátil y desmontable.
- Estructura adaptable para terrenos inclinados.
- Sistema de energía con baterías y panel solar.
- Código abierto que permita cambios y mejoras.
- Transmisión de datos inalámbricos usando la red GPRS.
- Visualización de variables meteorológicas en una página web.

Estos requerimientos fueron aprobados por el Ing. Jorge Sandoval, Técnico del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y se inicia con los diseños tanto mecánicos, eléctricos y electrónicos para satisfacer estas necesidades

3.2 Diseño Mecánico

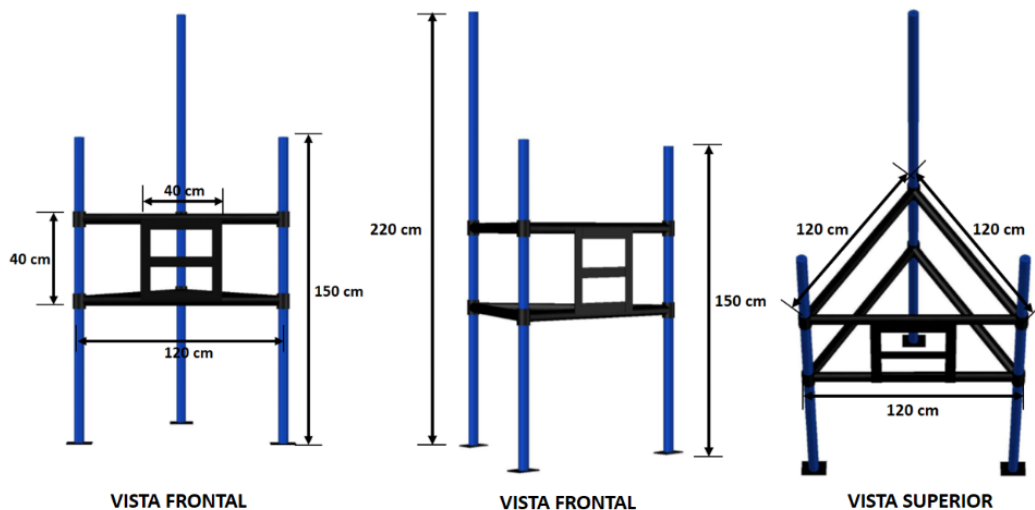
Para el diseño de la estructura metálica se busca satisfacer los requisitos de funcionamiento descritas anteriormente, la estructura metálica debe ser desmontable, regulable en altura y adaptable para terrenos inclinados y con la posibilidad de ser asegurada en terrenos agrícolas. Para esto se diseña una estructura metálica constituida por seis partes:

- 2 parantes metálicos de 2" de 1,50 metros con bases para asegurar en el terreno.
- 1 parante metálico de 2" de 2,20 metros con bases para asegurar en el terreno con brazo para sensores.
- 2 soportes triangulares metálicos de 2" de 1,20 metros por lado.
- 1 caja eléctrica metálica de 0,40 metros de alto, 0,40 metros de ancho y 0,20 metros profundidad IP 41 con visera de protección contra la lluvia.

3.2.1 Diseño de la estructura metálica

Para cumplir con las especificaciones necesarias para la estructura de la estación meteorológica se considera el uso de tubos metálicos de 2" para garantizar su estabilidad debido a que estará ubicada a la intemperie, se realiza el diseño en AutoCAD, en la Figura 3.1 se observa la estructura terminada con sus dimensiones.

Figura 3.1 Dimensiones y vistas lateral, superior y frontal.



Diseño realizado en AutoCAD, dimensiones y vistas de la estructura metálica de la estación meteorológica, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén

Para tener una estructura desmontable las partes independientes irán unidas mediante un acoplamiento en los extremos de la estructura de forma triangular donde se insertan los tres parantes, para después regular su altura según las características del terreno agrícola y ajustarlos con tornillos, con esto se logra colocar los instrumentos de medida nivelados. En la Figura 3.2 se muestra un escenario de la instalación en un terreno agrícola con un ángulo de inclinación, donde con regular uno o más de los parantes independientes se consigue tener la estructura nivelada.

Figura 3.2 Instalación de la estructura metálica en terreno inclinado.



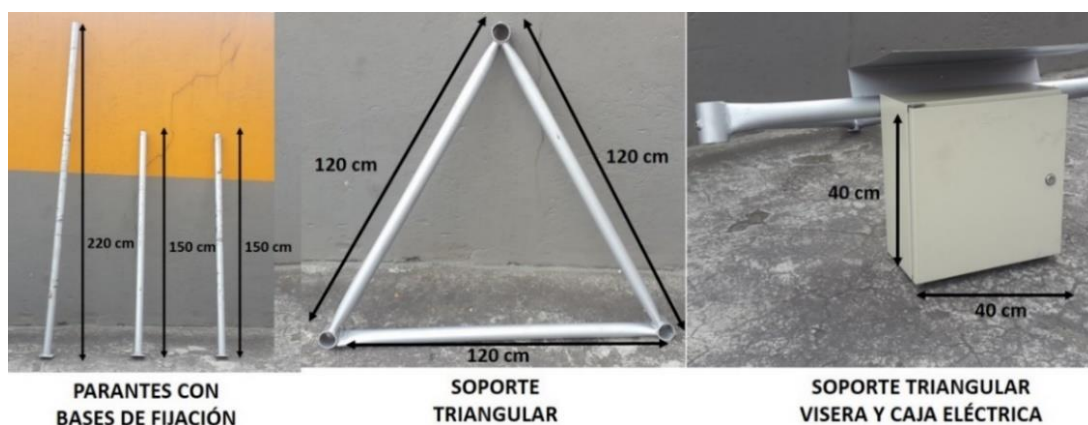
Instalación de la estructura metálica de la estación meteorológica en terrenos con cierto grado de inclinación, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

Para fijar la estructura metálica de la estación meteorológica los parantes cuentan con bases, con el fin de clavar directamente al suelo varillas metálicas o tornillos para evitar el deslizamiento y movimientos causados por los fuertes vientos de la zona.

3.2.2 Implementación de la estructura metálica

Las partes se realizan con tubos de acero de 2", en la Figura 3.3 se observa los parantes con bases para fijación, el soporte triangular desmontado y a su vez fijada a la caja eléctrica con la visera de protección para lluvia, todo recubierto con pintura anticorrosiva brillante para condiciones climáticas adversas.

Figura 3.3 Dimensiones de la estructura metálica.



Partes fabricadas para implementar la estructura metálica de la estación meteorológica, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén

En la Figura 3.4 se indica el ensamble de la estructura de la estación meteorológica, donde se fija los parantes en el soporte triangular mediante tornillos verificando que este nivelado, después se instala el segundo soporte con la caja eléctrica y la visera, para finalmente colocar el marco que aloja el panel solar.

Figura 3.4 Partes de la estructura metálica.



Ensamble de las partes de la estructura de la estación meteorológica, Elaborado por: Jeremy Novoa,
Byron Guillén

3.3 Diseño del sistema de alimentación

Debido a la ubicación del Ecuador respecto a la línea Ecuatorial y las horas de luz solar se requiere que dentro del diseño del sistema de alimentación se considere la elevada incidencia de luz solar y se puedan dimensionar de manera adecuada cada uno los elementos. Es necesario conocer la demanda de consumo requerido por cada componente de la estación, por lo que se realiza a continuación el cálculo de la potencia nominal de cada elemento para determinar la energía diaria consumida:

3.3.1 Evaluación de la energía consumida por día

El primer punto para el dimensionamiento del sistema de alimentación es enumerar los componentes que consumirán energía, como se muestra en la Tabla 3.1. Para conocer la potencia nominal de cada dispositivo se aplica la siguiente fórmula:

$$P = V \times I \quad \text{Ec. (3.1)}$$

Donde:

P= Potencia Nominal [W] I= Corriente [A]

V= Voltaje DC [V]

En la Tabla 3.1 se muestran los valores de potencia nominal relacionados con el tiempo que estarán en funcionamiento, dando como resultado el valor de la energía diaria consumida en unidades Vatio/Hora.

$$E = P \times H \quad \text{Ec. (3.2)}$$

Donde:

E= Potencia Diaria Consumida [W/H]

P= Potencia Nominal [W]

H= Tiempo de funcionamiento [H]

Al sumar los valores de energía diaria consumida de cada dispositivo se puede llegar a determinar la energía total que requiere la estación y de este modo seleccionar los elementos que conforman el diseño fotovoltaico.

Tabla 3.1 Consumo del sistema

Dispositivo	Cantidad	Voltaje de operación (V)	Corriente de consumo (A)	Potencia nominal (W)	Tiempo de operación (H)	Energía diaria (W/H)
Datalogger	1	5	0,093	0,465	24	11,16
Mem. SD	1	5	0,08	0,4	24	9,6
Fuente 5 v	2	12	0,05	0,6	24	28,8
Sensores	1	5	0,07	0,35	24	8,4
GPRS	1	5	0,2	1	24	24
TOTAL						81,96

Descripción del consumo de energía de cada componente de la estación, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén

Una vez conocido el valor de Energía diaria consumida presentado en la Tabla 3.1 el cual es de 82W/H, se puede determinar finalmente el valor de Energía Total que se requiere acorde a las características de la batería. (Caluña & Jordán, 2017)

$$E = \frac{\text{Energía Diaria Consumida}}{\eta} \quad \text{Ec. (3.3)}$$

$$E = \frac{82}{0.95}$$

$$E = 86.31 \text{ W}$$

Una estación agro-meteorológica capta un mayor número de variables climáticas que una meteorológica por lo que el dimensionamiento de los elementos que conforman el diseño fotovoltaico aumenta.

3.3.2 Horas de sol pico en Ecuador

Con la ayuda del Atlas Solar del Ecuador es posible conocer la cuantificación del potencial solar disponible, además gracias a esta información se puede determinar el valor promedio de irradiación global anual promedio de cada provincia. El número de horas de irradiación constante está determinado en 1000 W/H, por lo que tomando los datos del Atlas Solar del Ecuador para la provincia de Pichincha se trabajara con el valor de 4.7 KW/H. (CONELEC, 2008)

3.3.3 Cálculo de la potencia del panel fotovoltaico

Mediante la ecuación 3.4 se puede realizar el cálculo del número de paneles necesarios, tomando en cuenta que se debe realizar un sobredimensionamiento para dejar abierta la posibilidad de adicionar sensores y actuadores sin tener que modificar el sistema de alimentación. (Caluña & Jordán, 2017)

$$NT = \frac{E_T}{P_p \times hps \times F_g} \quad \text{Ec. (3.4)}$$

Donde:

ET = Energía Total Consumida es el parámetro de consumo total de la carga.

Fg= Factor Global de Pérdidas (Rango 0.65 – 0.90)

Pp= Potencia pico del panel solar (100W)

Se tomó como factor global de pérdidas 0,9 y los datos ya definidos se obtiene como resultado $NT = 0.28$. El número total de paneles necesarios para la provisión de energía solar es de 0.28 (28%), lo cual demuestra que con una tercera parte de la capacidad del panel cubre el consumo de energía requerido.

De acuerdo con las especificaciones técnicas del panel presentadas en la Tabla 3.2, se puede evidenciar que si se presenta la necesidad de adicionar más sensores y actuadores no existiría ningún tipo de inconveniente para abastecer el consumo.

Tabla 3.2 Especificaciones del panel solar

Número de modelo	Unidades
Potencia Nominal Máxima (Pmax)	100W
Tolerancia de Salida	± 0.03
Corriente Máxima (Imp)	5.67 A
Voltaje Máximo (Vmp)	17.64 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	6.43 A
Corriente de circuito abierto (Voc)	21.6 V
Temperatura nominal de la celda operativa (Tnoct)	45° C
Peso	6.88 Kg
Dimensiones	1200*540*30 mm
Máxima clasificación de fusibles en serie	15 ^a

Descripción características específicas del panel solar, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

En la Figura 3.5 se muestra la disposición del panel solar sobre la estructura, la orientación depende del lugar en donde sea instalada la estación esto debido a que debe se requiere captar la mayor incidencia de luz.

Figura 3.5 Fijación del panel solar en la estructura metálica.



Colocación del panel solar con un seguro ajustable, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

3.3.4 Ubicación del panel fotovoltaico.

Procurando captar el mayor porcentaje de luz solar, la estación cuenta con un mecanismo para regular la altura y la orientación del panel como se observa en la Figura 3.6, lo que permite su instalación en cualquier lugar sin afectar el rendimiento por falta de captación de luz. El grado de inclinación respecto a la superficie es de 20°

los cuales puede ser modificados con el ajuste de los pernos los cuales están colocados lateralmente lo que prioriza la estabilidad en diversas condiciones.

Figura 3.6 Base para el soporte del panel solar



Mecanismo de regulación de la altura del panel solar, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén

3.3.5 Cálculo de la capacidad de las baterías.

Ya definido el panel a usar se procede a dimensionar el bloque de baterías para almacenar dicha energía solar, además se requiere una autonomía de 14 horas por seguridad. Tomando en cuenta el dato calculado en la Ec. (3.3) de la energía diaria consumida por el sistema de 87W/H. (Caluña & Jordán, 2017)

$$CB = \frac{D \times ET}{V \times Pd}$$

Ec. (3.5)

Donde:

CB= Capacidad de la Batería [Ah]

D= Días de Autonomía

ET= Demanda de Energía [W/H]

V= Voltaje de la Batería [V]

Pd= Profundidad de descarga

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 3.3 determinando que la capacidad requerida por la batería es de 7.25 [Ah].

El valor normalizado para abastecer el consumo de los componentes de la estación es de 7 Ah, por lo que puede ser fácilmente colocada en una caja de dimensiones 220x170x120 mm con protección IP65.

Tabla 3.3 Dimensionamiento de Batería

Demanda Energía [W/H]	87	Batería Calculada[Ah]
Días de Autonomía [Días]	0,6	7,25
Profundidad	0,6	
Tensión [V]	12	
Horas	14,4	

Valores usados para el dimensionamiento de la batería para más de 14 horas sin recibir carga,
Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén.

Figura 3.7 Disposición de la batería



Ubicación de la caja de batería en la estructura, Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén.

3.3.6 Corriente del regulador de carga.

La selección del regulador se la realiza tomando en cuenta las características del panel solar y la batería siendo estos los dos componentes principales que constituyen el sistema de carga. En la Ec. (3.6) se muestra la ecuación matemática con la que se relacionan las características de los componentes del sistema de carga, con el fin de determinar cuál es la capacidad óptima para el regulador. (Caluña & Jordán, 2017)

$$I_{reg} = \frac{P_{max}}{V_{bat}} \quad \text{Ec. (3.6)}$$

Donde:

I_{reg} = Corriente total requerida por el sistema

P_{max} = Potencia máxima del panel solar

V_{bat} = Voltaje de la batería

El valor de la corriente máxima requerida por el sistema es de 8.33 A, por lo que el valor del regulador que debe seleccionarse es de 10 A esto debido que este es valor estándar más cercano. En la Figura 3.8 se muestra el modelo del Regulador de Carga seleccionado el cual es CMP12 10 A, adicionalmente se presentan sus parámetros de funcionamiento utilizados en el proyecto.

Figura 3.8 Regulador de carga CMP12 10A



- Sistema de protección contra corto circuito
- Máxima corriente de carga 10 A
- Caída de Voltaje de 210 mV
- Corte de baja tensión en 10.5 V
- Corte de alta tensión en 13.7 V

Estructura física y características del regulador de carga CMP12, Elaborado por: Jeremy Novoa,
Byron Guillén

3.4 Diseño Electrónico.

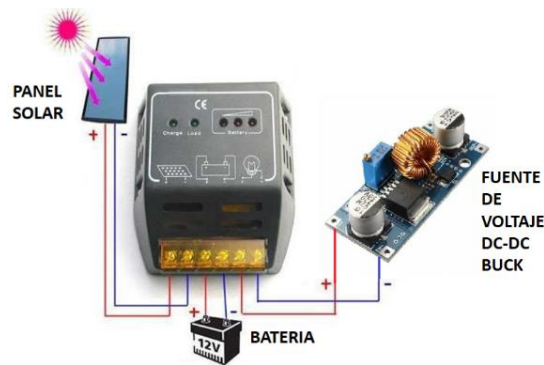
El diseño electrónico debe cumplir con las funcionalidades como ser de hardware libre para permitir cambios y mejoras, instalación del módulo lector/escritor de memoria SD y módulo SIM900 para la transmisión de datos. Así como la conexión e instrumentación de los siguientes sensores:

- Presión atmosférica
- Altura
- Temperatura interna
- Humedad y temperatura externa
- Radiación
- Velocidad, ráfaga y dirección del viento
- Cantidad de lluvia
- Humedad del suelo 1
- Humedad del suelo 2
- Evaporación 1
- Evaporación 2

3.4.1 Fuente de Alimentación.

Para suministrar el voltaje a los componentes de la estación meteorológica se usó el sistema de carga fotovoltaico dimensionado anteriormente, este sistema carga una batería con energía solar mediante el regulador. Para garantizar el voltaje de funcionamiento a 5 V se usó dos convertidores de voltaje DC-DC Buck que trabaja con un voltaje de entrada de 4,5 a 30 V y entrega un voltaje a la salida de 0,8 a 30 V regulable con una corriente máxima de 5 A, la conexión del sistema de alimentación se muestra en la Figura 3.9.

Figura 3.9 Conexión de la fuente de alimentación al regulador de carga.



Conexión de la fuente DC – DC Buck al sistema de carga fotovoltaico, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

3.4.2 Microcontrolador ATmega2560

Uno de los principales componentes del diseño electrónico de la estación meteorológica es el microcontrolador, se escogió el ATmega2560 de la empresa Microchip ya que posee ventajas como un desempeño y eficiencia altos, bajo consumo de potencia y estabilidad a un bajo coste.

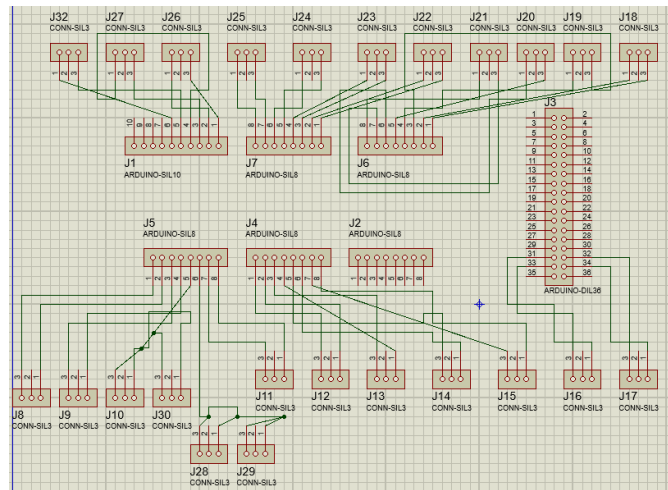
Se usa la tarjeta de desarrollo de hardware libre Arduino Mega 2560 R3 ya que usa el microcontrolador ATmega2560, posee 54 pines de entradas/salidas digitales, 16 entradas análogas, 4 puertos serial por hardware, 5 puertos SPI (Serial Peripheral Interface), 1 puerto I2C (Bus con Múltiples Maestros), trabaja con un cristal oscilador de 16MHz, memoria de programa de 256 KB y conexión USB (Universal Serial Bus). El microcontrolador realizara las siguientes funciones:

- Adquisición y procesamiento de datos de los sensores instalados
- Manejo de fecha y hora mediante un reloj de tiempo real (RTC)

- Almacenamiento de los datos de los sensores en una memoria SD
- Envío de datos a Internet mediante la red GPRS

En la Figura 3.10 se muestra el diseño de la placa PCB (Printed Circuit Board) con borneras para conectar la tarjeta de desarrollo de hardware libre Arduino Mega 2560 R3 con una placa modular la estación meteorológica.

Figura 3.10 Diseño de la placa modular compatible con Arduino Mega 2560 R3



Diseño de la placa modular con borneras compatible con Arduino Mega 2560 R3 realizado en Proteus,
Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén.

En la Figura 3.11 se observa la placa construida con 46 borneras, con máscara antisoldante para proteger la PCB contra agentes externos como la corrosión y disminuir la posibilidad de cortocircuito.

Figura 3.11 Placa modular compatible con Arduino Mega 2560 R3

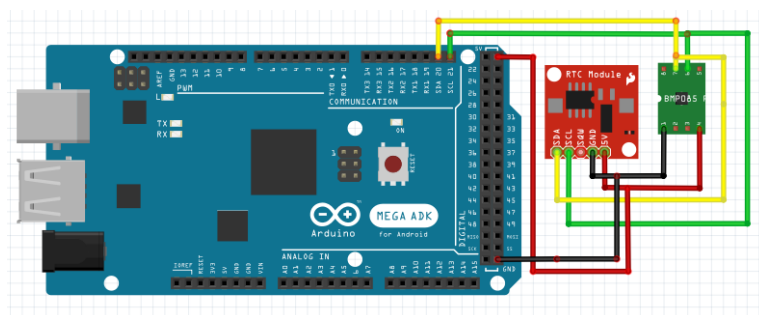


Placa modular con 46 borneras recubierta con máscara antisoldante, Elaborado por: Geremy Novoa,
Byron Guillén

3.4.3 Reloj de tiempo real y sensor de presión barométrica.

El reloj de tiempo real RTC DS3231 provee hora y fecha real, tiene un oscilador interno al que no le afecta los cambios de temperatura, se conecta por el bus de comunicación I2C a la placa Arduino. El sensor de presión barométrica BMP180 mide la presión atmosférica, temperatura, y altura. El dato de temperatura se puede compensar la influencia en la presión y determinar la altura sobre el nivel del mar, este tiene un regulador de voltaje por lo que puede conectarse directamente a la salida de 5 V de la placa Arduino, usa el bus de comunicación I2C. En la Figura 3.12 se observa la conexión de ambos dispositivos por I2C donde SCL: es el pin de los pulsos de reloj que sincroniza el sistema, SDA (Serial Data): es el pin que transmite los datos, VCC y GND son los pines de alimentación de los dispositivos.

Figura 3.12 Conexión de BMP180 y RTC DS3231 a Arduino Mega 2560 R3



Conexión de dispositivos BMP180 y RTC DS3231 a Arduino Mega 2560 R3 por el bus de comunicación I2C, Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén

El sensor de presión barométrica BMP180 y el reloj de tiempo real RTC DS3231 son primordiales para el funcionamiento de la estación agro-meteorológica, la conexión de ambos dispositivos a Arduino Mega 2560 R3 está en paralelo al bus I2C como se muestra en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Conexión de los dispositivos I2C hacia la placa Arduino Mega 2560 R3

BMP180 – RTC DS3231	ARDUINO MEGA
GND	GND
VCC	VCC
SDA	20
SCL	21

Descripción de la conexión de dispositivos I2C a Arduino Mega 2560 R3, Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén.

3.4.4 Escritura en memoria SD

Las memorias SD son usadas en dispositivos portátiles ya que tienen una gran capacidad, un tamaño reducido y un bajo consumo de corriente. Para almacenar los datos del proyecto se usó una memoria microSD de 4GB suficientes para almacenar años de información. Se usa un lector/escritor de tarjetas microSD diseñado para trabajar con Arduino, este soporta tarjetas SDHC (Secure Digital High Capacity) de hasta 32 GB. En la Figura 3.13 se observa la conexión del módulo micro SD a Arduino Mega 2560 R3 con los pines correspondientes.

Figura 3.13 Conexión de lector/escritor micro SD a Arduino Mega 2560 R3

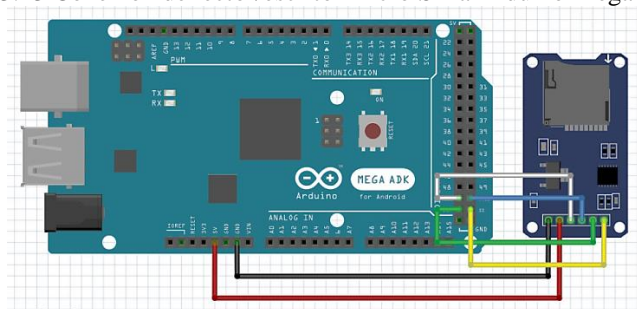


Diagrama de conexión de lector/escritor micro SD a Arduino Mega 2560 por el bus de comunicación SPI, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén

El bus SPI tiene una arquitectura maestro-esclavo, comunicación Full Dúplex es decir que el maestro puede recibir y enviar datos simultáneamente necesita mínimo tres pines interconectados MOSI (Máster Output Slave Input): comunica el maestro al esclavo, MISO (Múltiple input–single output): comunica el esclavo al maestro, SCK (Señal Clock): señal de reloj enviada por el maestro, en la Tabla 3.5 se muestra la conexión de los pines entre el lector/escritor SD y Arduino.

Tabla 3.5 Conexión del lector/escritor SD hacia la placa Arduino Mega 2560 R3.

MODULO SD	ARDUINO MEGA
GND	GND
+3.3 V	-
+5V	5V
CS	53
MOSI	51
SCK	52
MISO	50

Descripción de la conexión del lector/escritor SD a Arduino Mega 2560 R3 por el bus SPI, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

En la Figura 3.14 se muestra las placas construidas donde se encuentran el sensor de presión barométrica BMP180 y el reloj de tiempo real RTC DS3231 y la placa donde está el módulo lector/escritor SD con borneras para conectar con la placa del Arduino Mega 2560 R3 las placas están recubiertas con mascara antisoldante.

Figura 3.14 Placas realizadas para sensor BMP180, RTC DS3231 y lector/escritor SD.



Placas realizadas para el sensor BMP180, RTC DS3231 y lector/escritor SD recubiertas con mascara antisoldante, Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén.

3.4.5 Módulo de transmisión de datos.

La transmisión de datos es la parte principal del proyecto, por lo que se seleccionó un dispositivo ideal en función de su costo-beneficio, para aprovechar la infraestructura de telecomunicaciones montada por los operadores de telefonía celular se seleccionó el módulo GPRS SIM 900 mostrada en la Figura 2.8 del capítulo 2. Para controlar este módulo se usan los comandos AT que se transmiten desde Arduino Mega 2560 R3 al módulo SIM900 a través de los pines RX (Reception) y TX (Transmission) como se muestra en la Figura 3.15.

Ya que para programar la tarjeta Arduino Mega 2560 R3 se utiliza el puerto serial y el módulo SIM 900 se comunica por el mismo medio, se utiliza la biblioteca Software Serial que permite la comunicación serie en otros pines digitales replicando su funcionalidad, en la Tabla 3.6 se muestran los pines de conexión realizada entre estos dispositivos. Para que el módulo SIM 900 se pueda conectar a Internet se necesita especificar un APN (Access Point Name) según la operadora escogida, por niveles de cobertura en la cuenca del Río Pisque se escoge la operadora CLARO, cuyo APN es internet.claro.com.ec y los costos varían según la información transmitida.

Figura 3.15 Conexión del módulo SIM 900 a Arduino Mega 2560 R3.

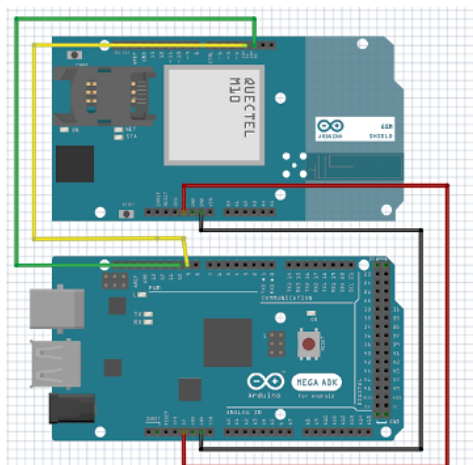


Diagrama de conexión del módulo SIM 900 a Arduino Mega 2560 R3 por el bus de comunicación Serial, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén

Tabla 3.6 Conexión del módulo SIM900 con la placa Arduino Mega 2560 R3

MODULO SIM900	ARDUINO MEGA
GND	GND
+5V	+5V
RX	10
TX	9

Descripción de la conexión del módulo SIM900 con la placa Arduino Mega 2560 R3 mediante Software Serial, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén

En la Figura 3.16 se muestra la placa construida donde se conecta el módulo GPRS SIM 900 con borneras para conectar con el microcontrolador, esta recubierta con máscara antisoldante para proteger las pistas de cobre contra la corrosión, además se mejora la protección contra polvo y agua al añadirle una carcasa plástica.

Figura 3.16 Placa y carcasa realizada para el módulo SIM 900.



Placa recubierta con máscara antisoldante y carcasa plástica realizadas para el módulo SIM 900, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén

3.4.5 Conexión de sensores de viento y cantidad de lluvia.

Los sensores WeatherRack Weather Sensor son diseñados por la empresa Switch Doc Labs, estos miden la cantidad de lluvia, así como velocidad, ráfaga y dirección del viento, variables climáticas importantes para el desarrollo de la estación agrometeorológica. En la Figura 3.17 se muestra el diagrama de conexión de los sensores.

Figura 3.17 Conexión de los sensores WeatherRack Weather a Arduino Mega 2560 R3.

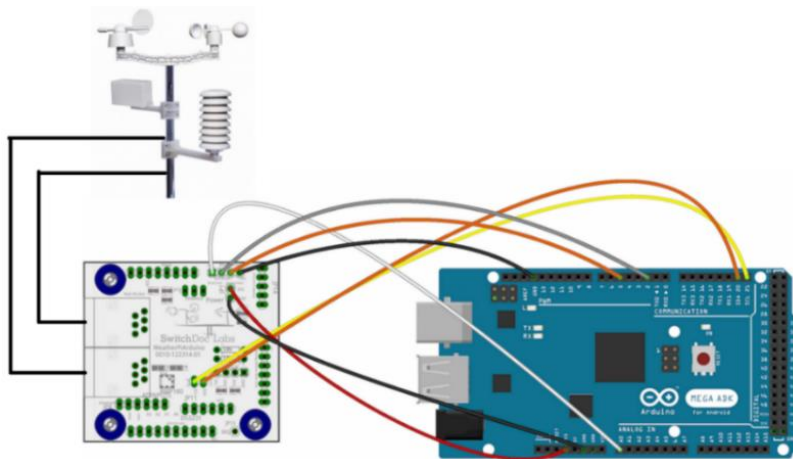


Diagrama de conexión de los sensores WeatherRack Weather a Arduino Mega 2560 R3, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

Este sistema consta de:

- Un anemómetro de tres copas, resistente y robusto que mide la componente horizontal de la velocidad de viento y la ráfaga de viento, que es un incremento de la velocidad de viento que no dura más de 20 segundos, al cerrar un contacto magnético una vez por segundo indica una velocidad de 2,4 Km/h.
- Una veleta que determina la dirección del viento mediante ocho interruptores que conectan diferentes resistencias, al girar la veleta activa dos interruptores, cambiando la resistencia del sensor el que se conecta a un divisor de voltaje con una resistencia de 10 K dando como resultado diferentes voltajes según la dirección del viento.
- Un pluviómetro que mide la cantidad de lluvia se mide en milímetros de agua por unidad de superficie, es decir la altura de la lámina de agua recogida por una superficie plana, un milímetro de lluvia equivale a un litro por metro cuadrado, cada 0,2794 mm de agua lluvia cierra un contacto magnético, lo que se conecta a una interrupción del microcontrolador.

Para leer los datos se necesita conectar los pines del anemómetro, pluviómetro a las interrupciones, y la veleta se conecta a un pin análogo del microcontrolador como se especifica en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Conexión de los sensores WeatherRack Weather con la placa Arduino Mega 2560 R3.

SENSORES	ARDUINO MEGA
GND	GND
+5V	+5V
ANEMÓMETRO	2 (INTERRUPCIÓN 0)
VELETA	A6
PLUVIÓMETRO	18 (INTERRUPCIÓN 5)

Descripción de la conexión de los sensores WeatherRack Weather a la placa Arduino Mega 2560 R3,

Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

En la Figura 3.18 se muestra la instalación de los sensores a la estructura metálica de la estación agro-meteorológica donde se considera la ubicación (Norte) de la veleta coincida con la ubicación de toda la estructura, además de la altura recomendada para los sensores de viento es de 2,5 metros sobre el suelo y donde no exista obstáculos que cambien de alguna forma la dirección y velocidad del viento.

Figura 3.18 Instalación de los sensores a la estructura de la estación meteorológica.



Instalación de los sensores veleta, anemómetro y pluviómetro en la parte superior de la estructura de la estación meteorológica, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

3.5 Desarrollo de software para la adquisición y visualización de datos.

El desarrollo del software trabaja en conjunto con el hardware para cumplir con los requerimientos como: ser de código abierto para permitir cambios y mejoras en la

programación, almacenamiento de los datos de los sensores en una memoria SD, gestión, envío de datos mediante la red GPRS a una aplicación en un servicio en la nube, almacenamiento de datos históricos en un libro de Excel, el registro de dominio y la configuración con el hosting para el desarrollo una página web adquirida para la visualización de datos y graficas.

3.5.1 Programación de datalogger.

Mediante el diagrama de flujo general de la Figura 3.19 se explica cómo se realizó la programación esta empieza con la definición de librerías y la declaración de variables, configuración de puerto serial y software serial para la comunicación con el módulo SIM 900, se declara los pines donde se conectó los sensores de la estación agro-meteorológica, se inicializa el RTC, se compara el valor de los minutos según la frecuencia de envío de datos necesaria, se lee los datos de los sensores y realiza un promedio que se transmite a la aplicación en el servicio en la nube por la red GPRS para finalmente almacenar los datos en la memoria SD con la fecha y hora obtenida por el reloj de tiempo real.

Figura 3.19 Diagrama de flujo general

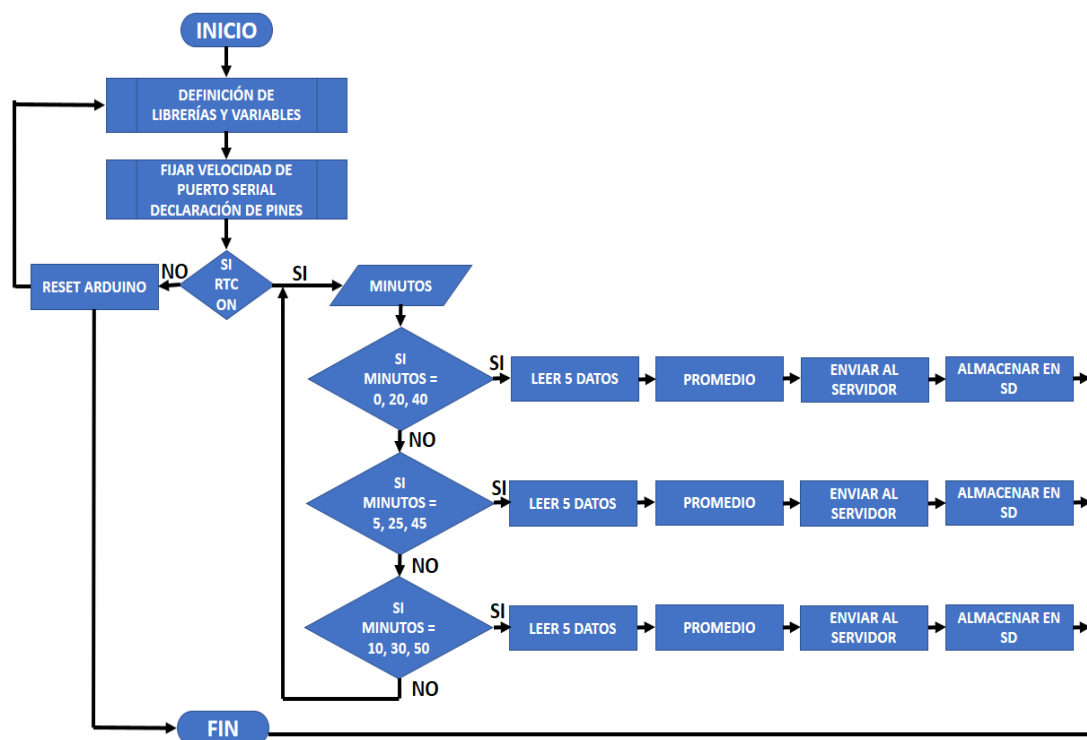


Diagrama de flujo del datalogger de la estación agro-meteorológica, Elaborado por: Jeremy Novoa,
Byron Guillén

3.5.2 Desarrollo de aplicación en un servicio en la nube.

Para la visualización de las variables agro-meteorológicas se usa la red GPRS como medio de transmisión, en la Figura 3.21 se muestra el diagrama funcional donde los sensores se conectan al microcontrolador para procesar, promediar y grabar los datos en la memoria micro SD y a la vez enviar los datos al módulo GPRS.

Figura 3.20 Diagrama funcional de la estación agro-meteorológica.

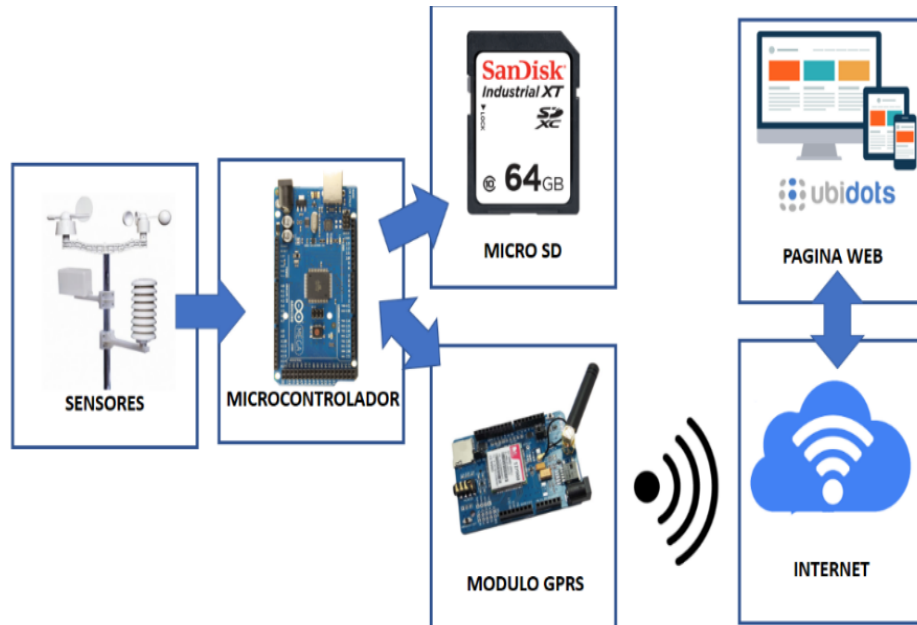
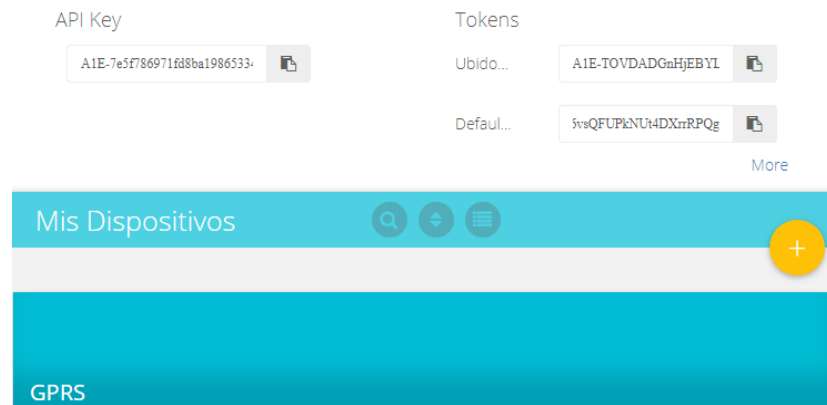


Diagrama de bloques funcional para la adquisición y visualización de datos de la estación agro-meteorológica, Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén.

Este módulo se comunica la API de Ubidots, y permite subir, almacenar y visualizar los datos de los sensores en tiempo real, para finalmente visualizarlos y analizarlos mediante gráficos en una página web. Para realizar la conexión con el servicio en la nube se crea una cuenta con un nombre de usuario y contraseña en la página www.ubidots.com, la cual entrega una llave temporal o TOKEN que se usa para que el dispositivo pueda ingresar al API de Ubidots.

En la Figura 3.21 se muestra el TOKEN usado, el mismo puede generarse o eliminarse a conveniencia del usuario ya que es una clave temporal y el origen de los datos llamado GPRS, ya que es el dispositivo por el cual se transmiten los datos de la estación agro-meteorológica.

Figura 3.21 Credenciales del API y origen de datos.



Credenciales del API de Ubidots obtenidas al crear una cuenta y origen de datos usados en el proyecto, Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén

Una variable es un espacio de memoria que tiene un nombre auténtico, es decir, varias variables pueden tener el mismo contenido, pero nunca puede repetirse el nombre y tampoco se deben ingresar con espacios en blanco o símbolos especiales como puntos, comas o comillas.

En la Figura 3.22 se muestran las 14 variables creadas dentro del dispositivo GPRS a las que se asignó el nombre de cada variable adquirida por los sensores de la estación agro-meteorológica, estos nombres son definidos de igual manera en la API de Ubidots y en la programación del microcontrolador.

Figura 3.22 Variables creadas en la API de Ubidots

<div>lluvia</div> <div>...</div> <div>Última actividad No hay actividad</div>	<div>direccion_viento</div> <div>...</div> <div>Última actividad No hay actividad</div>	<div>velocidad_viento</div> <div>...</div> <div>Última actividad No hay actividad</div>	<div>rafaga_viento</div> <div>...</div> <div>Última actividad No hay actividad</div>
<div>humedad_ext</div> <div>51.40</div> <div>Última actividad hace 5 días</div>	<div>temp_int</div> <div>25.82</div> <div>Última actividad hace 5 días</div>	<div>altura</div> <div>2,883.62</div> <div>Última actividad hace 5 días</div>	<div>temp_ext</div> <div>22.00</div> <div>Última actividad hace 5 días</div>
<div>humedadsuelo2</div> <div>0.00</div> <div>Última actividad hace 5 días</div>	<div>evaporacion1</div> <div>-19.00</div> <div>Última actividad hace 5 días</div>	<div>evaporacion2</div> <div>-19.00</div> <div>Última actividad hace 5 días</div>	<div>humedadsuelo1</div> <div>0.00</div> <div>Última actividad hace 5 días</div>

Variables creadas en la API de Ubidots obtenidas de los sensores de la estación agro-meteorológica, Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén

3.5.3 Configuración de alertas

Una funcionalidad adicional que se implementó en la estación agro-meteorológica es la opción de generar alertas mediante correo electrónico o SMS, con el fin de optimizar la toma de decisiones ante un determinado evento como un cambio inesperado de una variable que podría indicar la desconexión o mal funcionamiento de un sensor o un tiempo determinado que Ubidots no recibe datos por un mal funcionamiento del sistema de alimentación fotovoltaico.

Por ejemplo, para medir la evaporación se usó un tanque de 3 litros de capacidad como se indica en la Figura 3.23, el cual debe llenarse de agua hasta un nivel el cual se toma como referencia, para determinar si el nivel del agua baja en caso de que exista evaporación o sube con la presencia de lluvia, estos valores se miden en mm de agua y mediante el uso de un sensor de nivel.

Esta forma de medición requiere que el agua dentro del tanque no baje de un nivel en el cual el sensor no tiene contacto directo con el agua, en la Figura 3.24 se muestra la configuración de una alerta que el servicio en la nube enviará cuando el dato de la evaporación baja de un nivel establecido en -15 mm, se envíe un correo electrónico o un SMS alertando la necesidad de llenar el tanque hasta el nivel indicado.

Figura 3.23 Tanque de evaporación con sensor de nivel.



Tanque metálico de 3 litros de capacidad para medir la evaporación mediante un sensor de nivel,

Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén.

Figura 3.24 Configuración de alerta vía correo electrónico.

Configuración de alertas vía correo electrónico cuando el dato de evaporación es menor o igual a -15 mm, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

3.5.4 Configuración de dominio y hosting.

Para el desarrollo del proyecto se observa la necesidad de tener una página web para visualizar los datos de la estación meteorológica, así como para ofrecer al público en general información sobre el uso e importancia de las variables meteorológicas por lo que se procede a adquirir un dominio y un hosting. Una empresa registradora de dominios cobra un valor anual por el control de dicho nombre, en la Figura 3.25 se muestra el procedimiento para registrar el dominio:

1. Verificar la disponibilidad del nombre único del sitio web o dominio www.redmeteorologicaups.com en un registrador de dominios.
2. Digitar los datos solicitados y seleccionar el tiempo de registro.
3. Pagar el dominio, el precio varía según el tiempo que se solicita el registro.

Después de realizar el registro de dominio se debe esperar que el dominio se registre en la Corporación de Internet para la Asignación de Nombres y Números (ICANN) y sea reconocido en todos los servidores de Internet, finalmente se usa el directorio público llamado WHOIS para verificar la información de contacto del dominio coincide con la información proporcionada al registrador de dominios. Una vez adquirido el dominio se configura la IP del servidor de la empresa que provee de servicios de Hosting, la cual se encontrará mediante el Sistema de Nombres de Dominio (DNS). Una empresa de hosting ofrece dos tipos de servicios:

- Servidor Dedicado: Es un servidor físico exclusivo no comparte recursos por lo que es rápido y seguro.
- Servidor Compartido: Es un mismo servidor que guarda varios sitios web, comparten recursos con varios usuarios a la vez.

Figura 3.25 Pasos para registrar un dominio.

The screenshot shows a domain registration interface. At the top, a search bar contains 'redmeteorologicaups' with buttons for 'Buscar nuevamente' and 'Continuar el carrito'. Below this, a green banner indicates '¡Sí! El dominio está disponible.' for 'redmeteorologicaups.com' at a price of '\$0.99*'. A green button 'Agregar al carrito' is present. The second step, labeled '2', shows a form for contact information: 'Nombre' (Jeremy Andres), 'Apellido' (Novoa Casanova), 'Dirección de correo electrónico' (estacionmeteorologicaups@gmail.com), and 'País/Región' (Ecuador). The third step, labeled '3', shows the selected domain 'redmeteorologicaups.com' with buttons for 'Configurar A', 'DNS', and 'Administrar'. Below the domain list, there are four icons with text: 'Crea un sitio web (Nuevos sitios disponibles)', 'Configura una cuenta de correo electrónico', 'Conéctate a un sitio existente', and 'Agregar privacidad'.

Procedimiento para efectuar el registro el dominio www.redmeteorologicaups.com en un registrador de dominios, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

Los aspectos que se consideran para adquirir un servicio de Hosting es el espacio en disco duro ya que es donde se guardan los archivos multimedia como fotos, videos y documentos que se muestran al cargar la página web, para este proyecto se adquiere un Hosting Compartido con una capacidad de 1500 Mb que es suficiente para almacenar los archivos multimedia mostrados en la página web.

La versión de PHP (Hypertext Preprocessor) debe ser compatible con el sistema de gestión de contenidos o CMS (Content Management System) para el desarrollo de la página web se usó CMS WordPress 4.9.4 que necesita PHP en la versión 5.2.4 como mínimo. El ancho de banda se asigna según las visitas que tendrá el sitio web y la cantidad de archivos multimedia, es un valor que equivale a la transferencia de información desde el servidor al cliente.

El Hosting Compartido se adquirió con una capacidad de 3000 Mb de ancho de banda mensual. En la Figura 3.26 muestran las características del Hosting Compartido adquirido para el desarrollo del proyecto, donde se muestra capacidad del disco duro, versión de PHP y el ancho de banda.

Figura 3.26 Características del servicio de hosting compartido.

Información del servidor			
Artículo	Detalle		
Paquete de alojamiento	GF-Host-Personal	Dominios Adicionales 1 / 3 (33%)	
Nombre del servidor	gt500	Uso Del Disco 401,16 MB / 1,46 GB (27%)	
cPanel Versión	62.0 (build 40)	Banda Ancha 139 MB / 2,93 GB (5%)	
Versión Apache	2.2.34	Uso Del Disco MySQL® 5,6 MB / 1,08 GB (1%)	
Versión PHP	5.4.45	Alias 0 / 3 (0%)	
Versión MySQL	5.5.51-38.2	Auto Contestadores 0 / ∞	
Arquitectura	x86_64	Uso De Disco De Las Listas De Correo 0 bytes / 1,08 GB (0%)	
Sistema operativo	linux	Cuentas De Correo Electrónico 0 / ∞	
Dirección IP deseada	192.185.103.79		
Ruta de acceso a Sendmail	/usr/sbin/sendmail		
Ruta de acceso a Perl	/usr/bin/perl		
Versión Perl	5.10.1		

Características del hosting compartido adquirido para el desarrollo del proyecto, Elaborado por:
Jeremy Novoa, Byron Guillén.

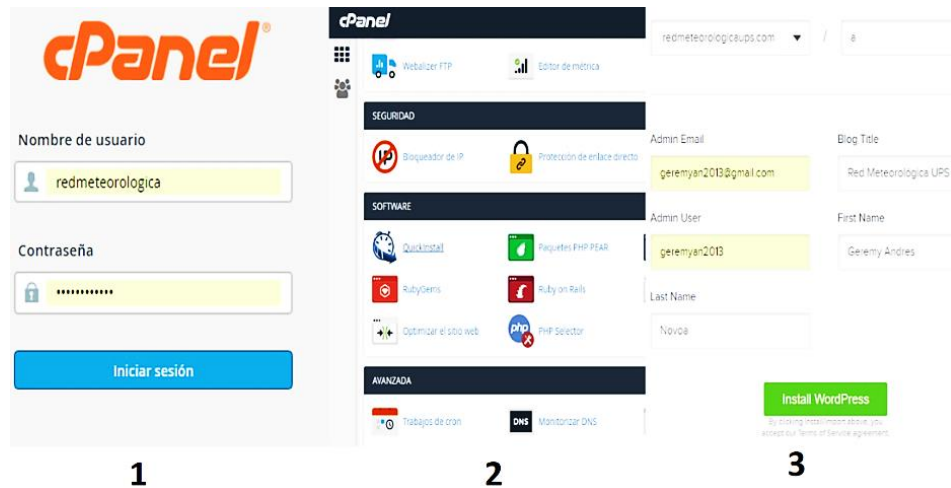
3.5.5 Desarrollo de página web para visualización de datos.

Para visualizar los datos se implementa una página web desarrollada con un sistema de gestión de contenidos o CMS conocido como WordPress, este sistema ayuda a la gestión de contenidos de una página web sin necesidad de conocimientos técnicos, con la ayuda de plugins y plantillas completas. En la Figura 3.28 indica el procedimiento para instalar WordPress en el Hosting:

1. Ingresar a la administración del hosting con cPanel en la dirección <http://redmeteorologicaups.com/cpanel> y escribir el usuario y contraseña.
2. Dirigirse a la sección “Software” y hacer clic en “QuickInstall” y en la sección “Buscar” escribir WordPress.
3. Ingresar la información solicitada y dar clic en el botón “Instalar WordPress”

Una vez instalado WordPress se busca temas o plantillas que faciliten realiza la página web, una ventaja de usar este CMS es la gran variedad de plantillas que existen entre las gratuitas, para presentar los datos subidos al servicio en la nube, mediante el uso del código embebido que Ubidots presenta como opción para compartir la información, en la Figura 3.28 se muestra el código embebido del indicador visual el cual se va a compartir.

Figura 3.27 Procedimiento para instalar WordPress.



Procedimiento para instalar WordPress en el hosting con cPanel, Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén.

Figura 3.28 Código embebido de la tabla de datos.

Fecha	velocidadviento	rafagaviento	direccionviento	tempest
febrero 26 2018 at 00:31:25	0	0.0003	202.5	8.5
febrero 26 2018 at 00:16:37	1.9662	17.551	180	8.5
febrero 26 2018 at 00:15:49	0.5972	1.1666	180	8.5
febrero 26 2018 at 00:01:25	0.9831	0.8314	180	8.5
febrero 25 2018 at 23:46:25	0.1966	0.1038	180	8.7
febrero 25 2018 at 23:31:25	0.5899	0.4147	180	8.7
febrero 25 2018 at 22:31:31	1.3764	0.8213	180	8.6

Link público:

<https://app.ubidots.com/ubi/getchart/page/GpcisDZTVrNg8jH9954JGsFox4s>

Embebido: Agrega el siguiente código a tu HTML

```
</> <iframe width="430" height="280" frameborder="0" src="https://app.ubidots.com/ubi/
```

Código embebido de la tabla de datos realizada en Ubidots a mostrarse en la página web, Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén.

En la página web se presenta información, videos y principalmente se visualiza las tablas de datos, gráficas e indicadores de los datos de las variables climáticas, para esto se realiza el mismo procedimiento para todos los indicadores gráficos que están en Ubidots compartiendo su código embebido a la página web.

CAPÍTULO 4

PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se muestra las pruebas de la estación agro-meteorológica instalada en una población dentro de la cuenca del Río Pisque, se prueba el funcionamiento de la transmisión de datos al servicio en la nube mediante la presentación de la página web para la visualización de datos históricos y gráficas de las variables agro-meteorológicas en función del tiempo, se muestra el reporte generado por el servicio en la nube y grabado en el datalogger, así como la optimización del tiempo, los datos consumidos y las pruebas comparativas con una estación meteorológica comercial.

4.1 Estación agro-meteorológica realizada.

Finalizada la construcción de la estación agro-meteorológica se prueba su funcionalidad en campo, se instalan a nivel los componentes y sensores considerando la orientación de la veleta hacia el punto cardinal Norte y el panel solar orientado hacia el punto cardinal Sur, en la Figura 4.1 se muestra la instalación final detallando sus partes montadas sobre la estructura construida.

Figura 4.1 Instalación de la estación agro-meteorológica construida



Componentes y sensores de la estación agro-meteorológica instalada, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

4.2 Funcionamiento de la página web.

La página web es realizada para que la información agro-meteorológica de la cuenca del Río Pisque sea fácilmente accesible para todo el público, para acceder a esta información se ingresa a la dirección *www.redmeteorologicaups.com*, en la Figura 4.2 se observan los botones de ubicación de la estación agro-meteorológica y para descargar los reportes además las siguientes pestañas:

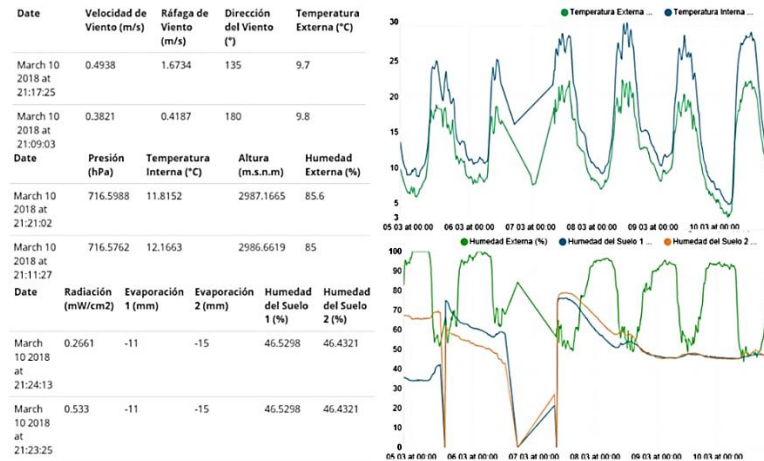
Figura 4.2 Página web para visualizar los datos.



Detalle de las pestañas de la página web, Elaborado por: Geremy Novoa, Byron Guillén

- **Estación Meteorológica:** En esta pestaña se muestran las características de la estación agro-meteorológica además de fotos relevantes.
- **Información:** Da información general sobre las estaciones agro-meteorológicas, su funcionamiento y aplicaciones para la agricultura.
- **Datos y Gráficas:** Se presentan en forma ordenada el histórico de las variables de la estación agro-meteorológica visualizadas en tiempo real y gráficas de estas en función del tiempo como se muestra en la Figura 4.3.
- **Indicadores:** En esta pestaña se ubican los valores numéricos relevantes de las variables climáticas y un botón para descargar el manual de uso de la estación agro-meteorológica.
- **Contactos:** Se indica un formulario para solicitar soporte técnico, así como información de contacto.

Figura 4.3 Tablas históricas y gráficas de la página web.



Tablas históricas y gráficas de las variables climáticas obtenidos de la página web www.redmeteorologicaups.com, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén

4.3 Reportes del servicio en la nube y datalogger

Se realizan las pruebas de operación de la estación agro-meteorológica, esta además de transmitir los datos al servicio en la nube, se almacenan en la memoria SD en un archivo .txt para respaldar la información.

Ubidots permite descargar los reportes desde internet en un archivo de valores separados por comas CSV (Comma Separated Value) de Excel en la Figura 4.4 se muestra los resultados de los sensores de Radiación, Evaporación 1, Evaporación 2, Humedad del suelo 1 y Humedad del suelo 2, los pasos para descargar el reporte y organizar los datos se muestran en el manual de usuario en el Anexo 1.

Figura 4.4 Reporte generado en el servicio en la nube.

	B	C	D	E	F	G
1	DATOS ESTACION METEOROLOGICA UPS OLMEDO - CAYAMBE - ECUADOR					
2	FECHA: 28 FEBRERO A 3 MARZO 2018					
3	Fecha y Hora	gprs_radiacion	gprs_evaporacion1	gprs_evaporacion2	gprs_humedadsuelo1	gprs_humedadsuelo2
4	3/3/2018 20:56	0.3347	-8	-8	36,8524	66,4712
5	3/3/2018 20:55	0.3823	-8	-8	36,9501	66,0802
6	3/3/2018 20:40	0.3823	-9	-8	36,8524	66,1779
7	3/3/2018 20:25	0.4167	-9	-8	37,1456	66,2757
8	3/3/2018 20:11	0.533	-9	-8	36,7546	66,3734
9	3/3/2018 20:10	0.2661	-9	-8	36,9501	66,3734
10	3/3/2018 19:56	0.3347	-9	-8	36,8524	66,3734
11	3/3/2018 19:55	0.3003	-9	-8	36,8524	66,3734
12	3/3/2018 19:40	0.3823	-9	-8	37,2434	66,3734
13	3/3/2018 19:26	0.3003	-9	-8	37,2434	66,4712
14	3/3/2018 19:25	0.4167	-9	-8	37,2434	66,4712
15	3/3/2018 19:11	0.4639	-8	-8	37,6344	66,5689
16	3/3/2018 19:10	0.533	-8	-8	37,4389	66,3734
17	3/3/2018 18:56	0.4639	-9	-7	37,9277	66,3734
18	3/3/2018 18:55	0.3479	-9	-7	37,8299	66,7644
19	3/3/2018 18:40	0.3479	-9	-7	38,3187	66,7644
20	3/3/2018 18:26	0.2661	-8	-7	38,3187	66,6667
21	3/3/2018 18:25	0.3003	-8	-8	38,2209	66,6667
22	3/3/2018 18:11	0.4639	-8	-8	38,6119	67,0577
23	3/3/2018 18:10	0.4639	-8	-8	38,8074	66,9599
24	3/3/2018 17:56	0.6146	-8	-7	38,7097	66,8622
25	3/3/2018 17:55	0.6959	-8	-8	38,7097	66,8622
26	3/3/2018 17:40	1.1953	-8	-7	38,9052	67,0577
27	3/3/2018 17:26	1.0438	-8	-7	39.1984	67.1554

Reporte generado por el servicio en la nube en archivo CSV, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

4.4 Análisis de optimización del tiempo.

Gracias a la información proporcionada por el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica se puede comparar el tiempo requerido tanto en la obtención de datos de una estación convencional como de una estación agro-meteorológica automática remota. En la Tabla 4.1 se presenta el análisis de datos recogidos el día 26 de cada mes.

Tabla 4.1 Tiempo necesario para recolección de información.

	ESTACIÓN MANUAL	ESTACIÓN AUTOMÁTICA REMOTA
Tiempo de desplazamiento hacia las 3 estaciones	8 horas	0 minutos
Tiempo requerido para descargar los datos	15 minutos	2 minutos

Comparación de tiempos requeridos, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

En la Tabla 4.1 se toma en cuenta el desplazamiento hacia las 3 estaciones semiprofesionales instaladas de manera triangular, si no se recoge la información no se podría conocer el comportamiento de las variables meteorológicas dentro de la cuenca del Río Pisque.

La optimización del tiempo conlleva a que los recursos económicos disminuyan considerablemente debido a que los costos por desplazamiento ya no serán tomados en cuenta.

4.5 Análisis de consumo de datos móviles.

Para la transmisión de los datos por la red GPRS se necesita disponer de saldo o un paquete de datos móviles contratado, por lo que se realizó pruebas de consumo de datos móviles para un intervalo de envío de 5, 10 y 30 minutos durante 24 horas, y a ese valor en Bytes se multiplica por 30 días para saber el consumo durante el mes, como se muestra en la Tabla 4.1.

Para el envío de los 14 datos adquiridos por los sensores detallados en el capítulo 3.4 al servicio en la nube se necesita 368 Bytes ya que se envía el TOKEN de identificación de dispositivo, nombre y el valor numérico de cada variable.

Tabla 4.2 Datos consumidos según el intervalo de envío.

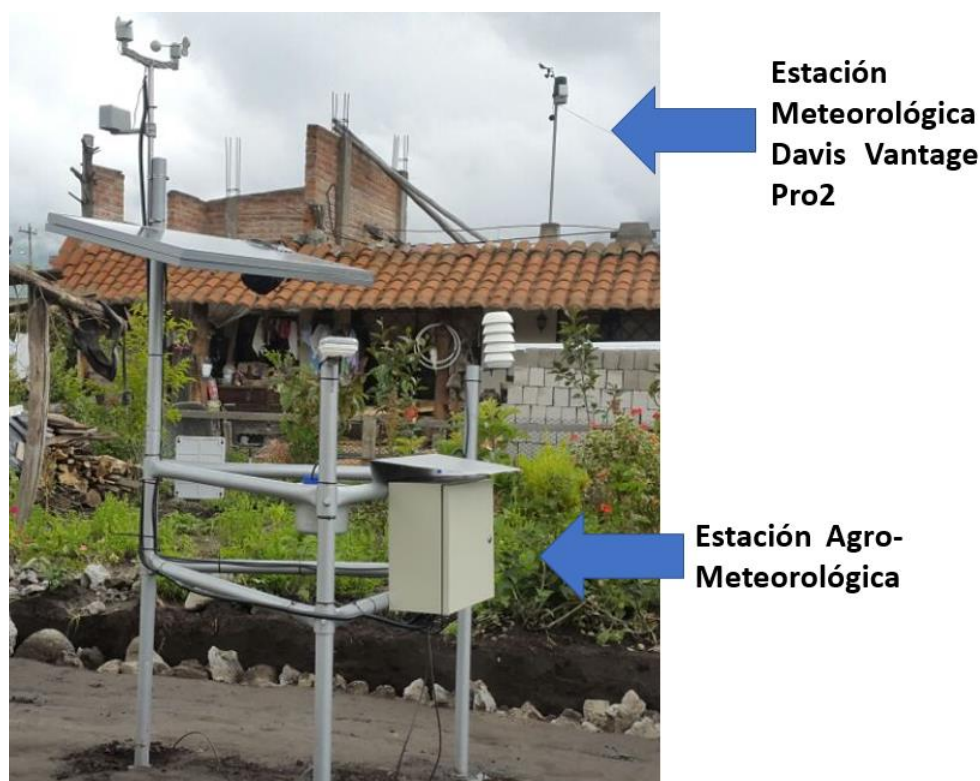
INTERVALO DE ENVÍO (MIN)	ENVÍOS POR DÍA	CONSUMO POR ENVÍO (BYTES)	CONSUMO POR DÍA (BYTES)	CONSUMO POR MES (BYTES)	CONSUMO POR MES (MBYTES)
5	288	368	105984	3179520	3,03
10	144	368	52992	1589760	1,52
30	48	368	17664	529920	0,51

Tabla de datos consumidos según el intervalo de tiempo de envío de las variables agro-meteorológicas, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

4.6 Pruebas comparativas con una estación meteorológica comercial.

Para comprobar el funcionamiento del dispositivo se instaló la estación agro-meteorológica realizada a 8 metros de una estación meteorológica comercial de la marca Davis Vantage Pro2 cuyas características se muestran en el capítulo 2.7 durante 2 semanas, en la Figura 4.5 se muestra el lugar donde se realizó las pruebas ubicado en la parroquia Olmedo del cantón Cayambe.

Figura 4.5 Lugar donde se realizó las pruebas comparativas.



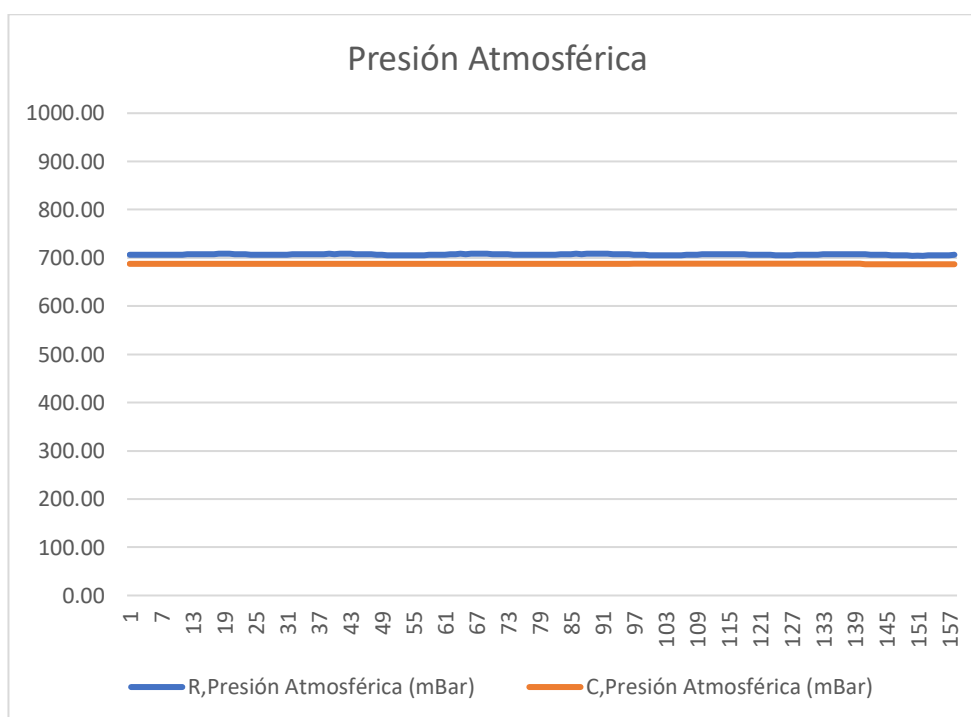
Lugar donde se realizó las pruebas comparativas entre la estación agro-meteorológica realizada y la estación Davis Vantage Pro2, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

4.6.1 Validación de datos comparados.

Para validar los datos adquiridos por la estación agro-meteorológica realizada en este proyecto se comparan datos a diferentes horas del día con un intervalo de 30 minutos, en el Anexo 2 se muestra una tabla donde se compara la presión atmosférica, humedad externa, precipitación, temperatura externa, dirección del viento y velocidad del viento, se calcula el error absoluto y el error porcentual en cada medición para finalmente mostrar el promedio del error.

En la Figura 4.6 se muestra la gráfica de la presión atmosférica donde se comparan los datos adquiridos por la estación meteorológica comercial (C, Presión Atmosférica) con los datos de la estación agro-meteorológica (R, Presión Atmosférica) realizada en este proyecto.

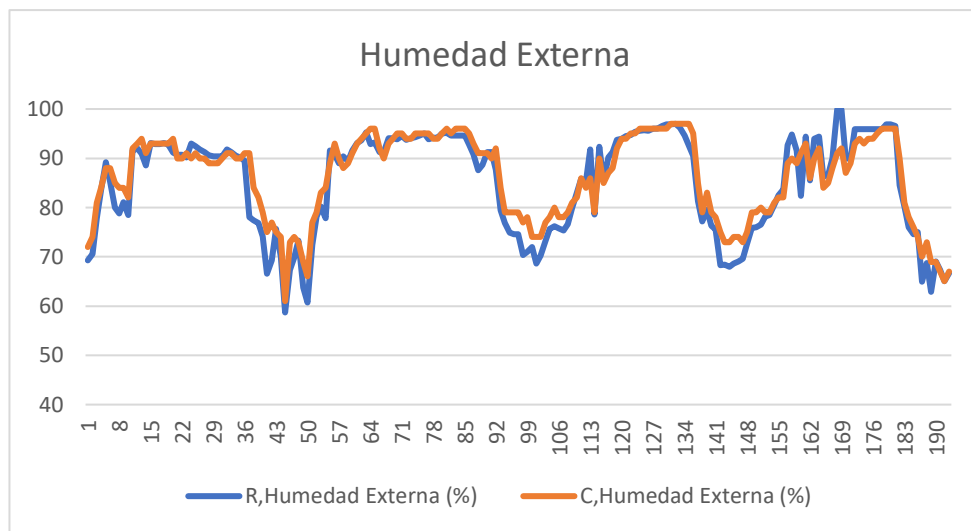
Figura 4.6 Gráfica comparativa de la presión atmosférica.



Gráficas comparativas de la presión atmosférica con datos adquiridos por 5 días, Elaborado por:
Jeremy Novoa, Byron Guillén.

En la Figura 4.7 se muestran el esquema de la humedad externa donde se comparan los datos adquiridos por la estación meteorológica comercial (C, Humedad Externa) con los datos de la estación agro-meteorológica realizada en este proyecto (R, Humedad Externa), donde existe variación causada por factores como la diferencia entre las superficies del suelo donde estaban ubicadas las estaciones meteorológicas.

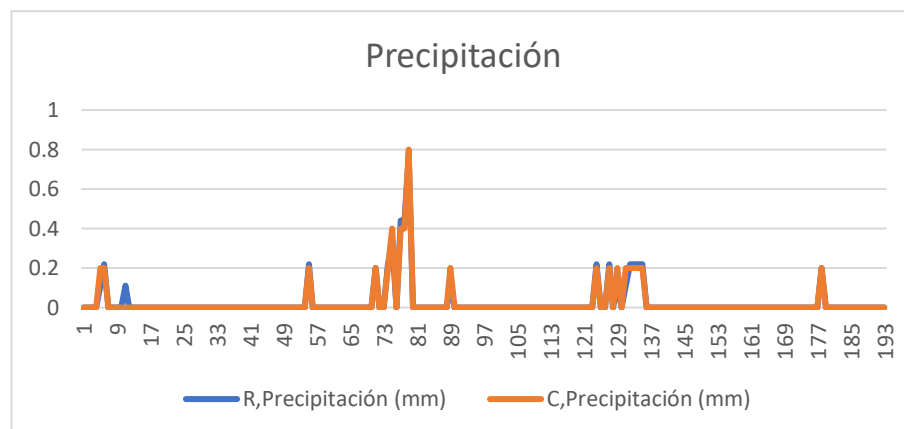
Figura 4.7 Gráfica comparativa de la humedad externa.



Gráficas comparativas de la humedad externa con datos adquiridos por 5 días, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

En la Figura 4.8 se muestran la gráfica de la precipitación donde se comparan los datos adquiridos por la estación meteorológica comercial (C, Precipitación) con los datos de la estación agro-meteorológica realizada en este proyecto (R, Precipitación).

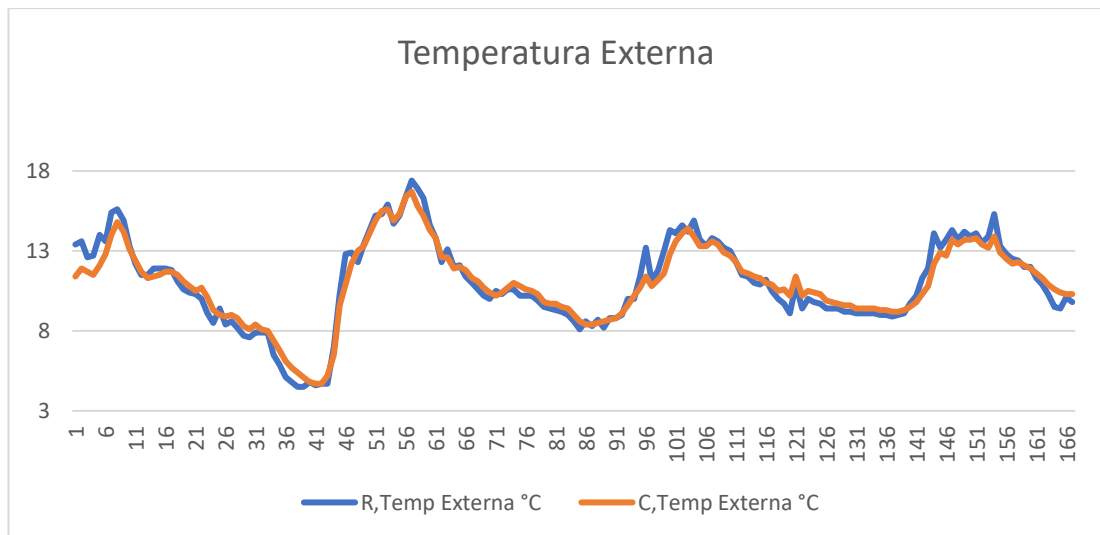
Figura 4.8 Gráfica comparativa de la precipitación.



Gráficas comparativas de la precipitación con datos adquiridos por 5 días, Elaborado por: Jeremy Novoa, Byron Guillén.

En la Figura 4.9 se muestran la gráfica de la temperatura externa donde se comparan los datos adquiridos por la estación meteorológica comercial (C, Temp Externa) con los datos de la estación agro-meteorológica realizada en este proyecto (R, Temp Externa).

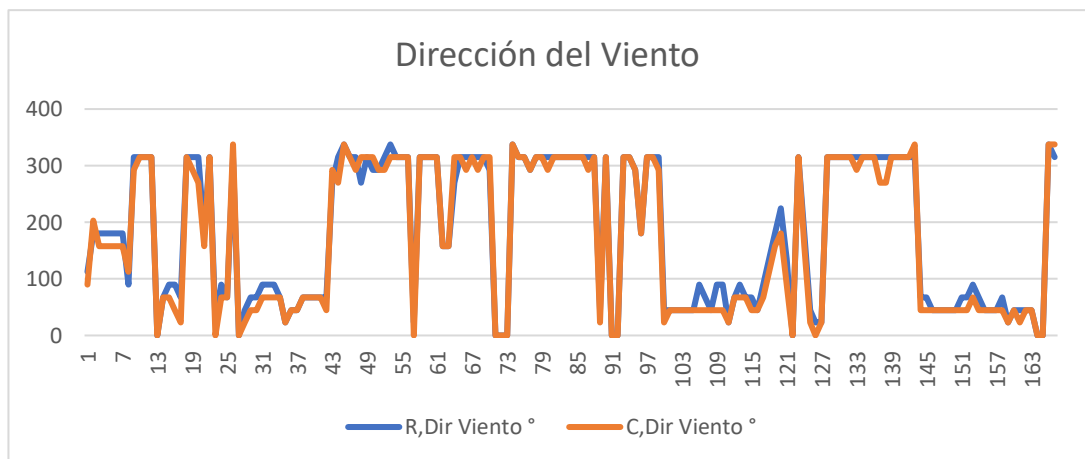
Figura 4.9 Gráfica comparativa de la precipitación.



Gráficas comparativas de la temperatura externa con datos adquiridos por 5 días, Elaborado por:
Jeremy Novoa, Byron Guillén.

En la Figura 4.10 se muestran la gráfica de la dirección del viento donde se comparan los datos adquiridos por la estación meteorológica comercial (C, Dir. Viento) con los datos de la estación agro-meteorológica realizada en este proyecto (R, Dir. Viento).

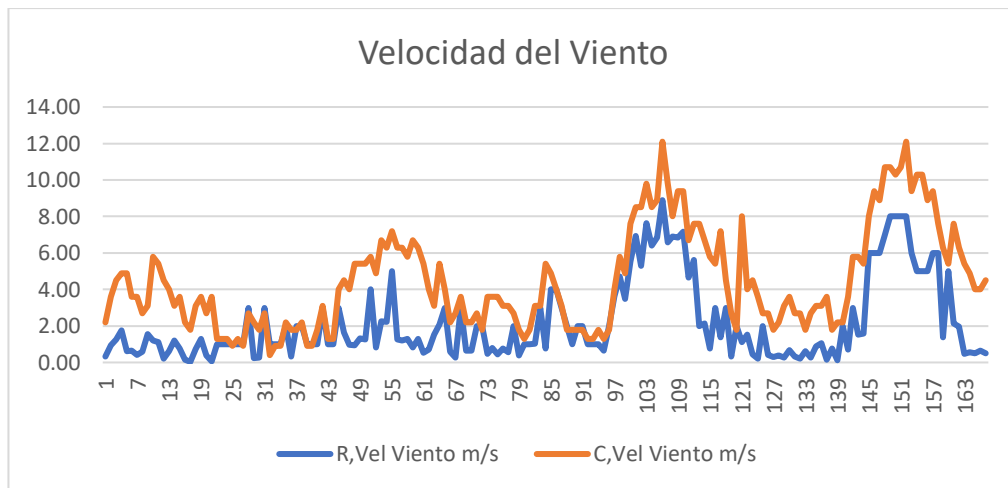
Figura 4.10 Gráfica comparativa de la dirección del viento.



Gráficas comparativas de la dirección del viento con datos adquiridos por 5 días, Elaborado por:
Jeremy Novoa, Byron Guillén.

En la Figura 4.11 se muestran la gráfica de la velocidad del viento donde se comparan los datos adquiridos por la estación meteorológica comercial (C, Vel. Viento) con los datos de la estación agro-meteorológica realizada en este proyecto (R, Vel. Viento) donde se muestra una variación debido a la diferencia en la altura de los sensores.

Figura 4.11 Gráfica comparativa de la velocidad del viento.



Gráficas comparativas de la velocidad del viento con datos adquiridos por 5 días, Elaborado por:
Jeremy Novoa, Byron Guillén.

Estos valores se los adquirió desde el día 28 de febrero hasta el 4 de marzo del 2018 por un período de 5 días, donde se calculó el error absoluto y el error porcentual usando la Ec. (4.1) de cada dato para finalmente mostrar el error promedio que se muestra en la Tabla 4.3.

$$\text{Error Porcentual} = \frac{\text{Valor Teórico} - \text{Valor Experimental}}{\text{Valor Teórico}} * 100 \quad \text{Ec. (4.1)}$$

Tabla 4.3 Error promedio de las variables comparadas.

ERROR PROMEDIO					
PRESIÓN ATMOSFÉRICA %	HUMEDAD EXTERNA %	PRECIPITA CIÓN %	TEMPERATURA EXTERNA %	DIRECCIÓN DEL VIENTO %	VELOCIDAD DEL VIENTO %
2.82	2.80	1.61	4.73	3.07	53.45

Tabla de error porcentual promedio obtenido en las pruebas realizadas por 5 días, Elaborado por:
Jeremy Novoa, Byron Guillén.

En la Tabla 4.3 se observa un error del 53.45 % en la velocidad del viento, debido a presencia de obstáculos que no permitieron la libre circulación del aire y a la diferencia de altura en la que estaban instaladas las estaciones al momento de realizar las pruebas, sin embargo, se observa en la Figura 4.11 una tendencia similar, pero con menor magnitud.

Considerando que en todo el proceso de recolección de datos existen errores sistemáticos se evidencia que los valores de error porcentual promedio se encuentran en un rango aceptable para los profesionales del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del centro de apoyo Cayambe de la Universidad Politécnica Salesiana.

CONCLUSIONES

Con las características que se obtuvieron al analizar las estaciones meteorológicas automáticas y las necesidades de la cuenca del Río Pisque se determinaron los requerimientos de la estación agro-meteorológica desarrollada, los mismos que se detallan en la sección 3.1.

Se realizó la automatización de la estación agro-meteorológica con el uso de código abierto, dejando abierta la posibilidad de mejoras en el software y la compatibilidad con nuevos sensores y actuadores ya que el sistema de alimentación fotovoltaico está sobredimensionado.

Se comprobó que se puede usar la red GPRS en la parroquia de Olmedo, sitio donde se realizó las pruebas y calibración de sensores y en la comunidad de Paquiestancia de la parroquia Ayora del cantón Cayambe lugar elegido para su instalación final ya que existe cobertura de las operadoras CNT y Claro.

Los errores calculados entre la estación meteorológica implementada y la comercial tuvieron un promedio de 3% excepto la de velocidad del viento, debido a que las estaciones se encontraban en diferente altura lo que provocó túneles de viento que alteró los valores en la estación meteorológica implementada.

La estación agro-meteorológica se encuentra en la cuenca del Río Pisque en la parroquia Paquiestancia del cantón Cayambe, donde funciona ininterrumpidamente desde el jueves 22 de febrero del 2018 sin presentar fallos y aprobado por el Ing. Jorge Sandoval probándose su exactitud que se encuentra dentro de las especificadas para este tipo de estación.

Al contar la estación agro-meteorológica con un panel solar de 100 W que provee la energía necesaria para cargar la batería, la misma que proporciona aproximadamente 15 horas de funcionamiento ininterrumpido, lo que garantiza su autonomía.

El servicio en la nube Ubidots permite configurar alertas mediante mensajes de texto, correo electrónico o mensajes a la aplicación de mensajería móvil Telegram cuando una variable excede o disminuye de un rango establecido, en este caso se configuró una alerta cuando el nivel de agua en los tanques de evaporación baje, lo que indica a los usuarios la necesidad de llenar los mismos antes que el sensor deje de funcionar.

RECOMENDACIONES

Al ser un proceso cuyas variables atmosféricas cambian lentamente en función del tiempo los sensores e instrumentos que se adquirieron para la estación agro-meteorológica tienen la precisión y exactitud adecuadas para este tipo de sistemas.

Se recomienda que la estación meteorológica implementada tenga los mantenimientos preventivos cada 6 meses, como realizar la inspección de los sensores, revisar la pintura de la estructura metálica para evitar corrosión, limpiar el panel solar, para que la precisión no disminuya a lo largo de su vida útil.

Debido al cambio lento que sufren las variables climáticas en el sector de Paquiestancia se ha configurado que la estación agro-meteorológica envíe los datos cada 10 minutos lo que no varía la exactitud y precisión como se puede observar en las gráficas de página web.

Cada año se debe renovar el hosting y el dominio www.redmeteorologicaups.com usado para presentar los datos de las variables climáticas por lo que se sugiere asignar un presupuesto para este fin.

Si se va a cambiar el lugar de la estación agro-meteorológica se debe verificar la cobertura de la red de telefonía celular para garantizar el envío de los datos, así mismo verificar que estructura se encuentre a nivel, el panel solar dirigido hacia el Sur, y la veleta dirigida al Norte antes de empezar su funcionamiento.

Verificar que la tarjeta SIM que tiene la estación agro-meteorológica tenga saldo disponible para conectarse a la red GPRS, se recomienda una recarga de 3 dólares mensuales.

REFERENCIAS

- Agrícolas, I. N. (s.f.). *Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Gobierno Bolivariano de Venezuela*. Recuperado el 3 de Noviembre de 2017, de <http://www.agrometeorologia.inia.gob.ve/index.php/instrumentos-meteorologicos>
- Aguirre, T., & Suárez, R. (2017). *Diseño de una Red de Telemetría para las Estaciones Meteorológicas de la Universidad Politécnica Salesiana en la cuenca del Río Pisque*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- B.D., T. (2001). Evolution of automated weather station technology through the 1980s and 1990s, In Automated Weather Stations for Applications in Agriculture and Water Resources Management: Current Use and Future Perspectives. *K.D. Hubbard and M. Sivakumar, Eds. WMO publication (in press). High Plains Regional Climate Center, 3- 5.*
- BLUEHACK - The Spanish Bluetooth Security Group. (19 de 12 de 2017). *BLUEHACK*. Obtenido de BLUEHACK: the Spanish Bluetooth Security Group
- Caluña, A., & Jordán, A. (2017). *Diseño e implementación de un sistema de monitoreo climático via gprs y automatización de la calibración del anillo del piranómetro en la estación meteorológica-Epoch*. Riobamba: ESPOCH.
- CONELEC. (2008). *ATLAS SOLAR DEL ECUADOR* . QUITO: CIE.
- Dirección Técnica de Vinculación con la Colectividad Centro de Investigación de la Leche. (2015). *Documento de caracterización de la cuenca del Río Pisque en el proyecto "Determinación de la eficiencia del uso del agua en cultivo de pastos con sistemas comunitarios del margen izquierdo de la cuenca del Río Pisque"*. Cayambe, Pichincha, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Evans, D. (Abril de 2011). *Internet de las cosas Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2017, de Cisco:

https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf

Fernandez, J. (2010). *Compendio de Energia Solar*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

GeekLand. (5 de Febrero de 2016). *¿Qué son los servicios en la nube?* Obtenido de <https://geekland.eu/que-son-los-servicios-en-la-nube/>

Gobierno Autónomo de la Provincia de Pichincha. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cayambe . Cayambe, Pichincha, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.

Google Maps. (Diciembre de 2016). *Google Maps*. Obtenido de [https://www.google.com.ec/maps/place/Universidad+Polit%C3%A9cnica+Salesiana+\(Sur\)/@-0.2809629,-78.5506613,16z/data=!4m8!1m2!2m1!1suniversidad+politecnica+salesiana+campus+sur!3m4!1s0x0:0x71cbab6b6dcb5b6a!8m2!3d-0.2819741!4d-78.5496283](https://www.google.com.ec/maps/place/Universidad+Polit%C3%A9cnica+Salesiana+(Sur)/@-0.2809629,-78.5506613,16z/data=!4m8!1m2!2m1!1suniversidad+politecnica+salesiana+campus+sur!3m4!1s0x0:0x71cbab6b6dcb5b6a!8m2!3d-0.2819741!4d-78.5496283)

Instituto Ecuatoriano Espacial. (2013). *Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio*. Ecuador.

Lopez, B. (17 de Octubre de 2017). *Ciudadano 2.0*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2017, de Qué es un Hosting Web, tipos de Alojamiento y cuál elegir: <https://www.ciudadano2cero.com/que-es-un-hosting-web-tipos-alojamiento-cual-elegir/>

Montalvo, B. (2014). *Prototipo Didáctico de una Estación Meteorológica Monitoreada a Distancia*. México.

Rodríguez, C. (2013). *Sistema Automático de Monitoreo Remoto de Variables Meteorológicas*. México.

Sánchez , J. (2005). *Análisis y Estudio de Redes GPRS*. Valdivia.

Sensor Vital. (s.f.). Obtenido de Ventajas y Desventajas.

SENSOVANT. (2014). *SENSOVANT Smar Sensing*. Recuperado el 03 de Noviembre de 2017, de <http://sensovant.com/productos/meteorologia/presion->

barometrica/articulo/transmisor-de-presion-barometrica-HD9408T-
BARO.html

SIMCOM. (s.f.). *SIMCOM.EE smart machines, smart decision*. Recuperado el 6 de
Noviembre de 2017, de <http://simcom.ee/modules/gsm-gprs/sim900/>

Telefonica. (s.f.). *Movistar España*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2017, de
Tutorial de nombres de dominios de internet:
[http://www.movistar.es/rpmm/estaticos/negocios/fijo/servicios-sobre-
adsl/manuales/tutorial-dominios.pdf](http://www.movistar.es/rpmm/estaticos/negocios/fijo/servicios-sobre-adsl/manuales/tutorial-dominios.pdf)

Ubidots. (2014). *Introducción: Internet de las Cosas con Ubidots*. Recuperado el 10
de Noviembre de 2017, de Ubidots:
https://ubidots.com/docs/es/get_started/introduccion.html

Universidad San Ignacio de Loyola, C. (s.f.). *Meteorología y Climatología*.

ANEXOS

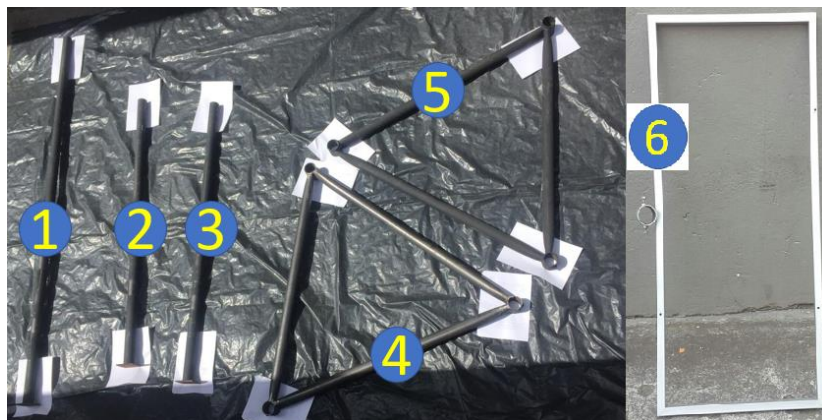
ANEXO 1 – MANUAL DE USUARIO ESTACIÓN AGRO-METEOROLÓGICA.

En el presente documento se presenta la descripción de los componentes metálicos, instrucciones de armado, tipos y mantenimiento de sensores, acceso a la página web, descarga de reportes y finalmente descarga de los datos desde la Micro SD.

Componentes Metálicos.

Una característica importante que cuenta la estación es ser **DESMONTABLE**, por tal motivo es necesario conocer el proceso de armado de cada una de las piezas metálicas que conforman la estructura detallándolas a continuación:

Figura A1.1 Componentes principales de la estructura



- La pieza número 1 es un parante de 2" de 2.20 metros en el cual se sitúan el panel solar, sensores de velocidad y dirección de viento, sensor de precipitación y caja de batería.
- La pieza número 2 es una parante de 2" de 1.50 metros sobre el cual se coloca el escudo de radiación y a su vez en su interior se encuentra ubicado el sensor de humedad y temperatura externa.
- La pieza número 3 es una parante de 1.50 metros se encuentra ubicado el sensor de radiación ultravioleta.
- La pieza número 4 es un soporte triangular de 2" de 1.20 metros donde se acoplan los 3 parantes estabilizando de esta manera la estructura, esta pieza cuenta una visera de protección para proteger a la caja eléctrica de la lluvia, 2

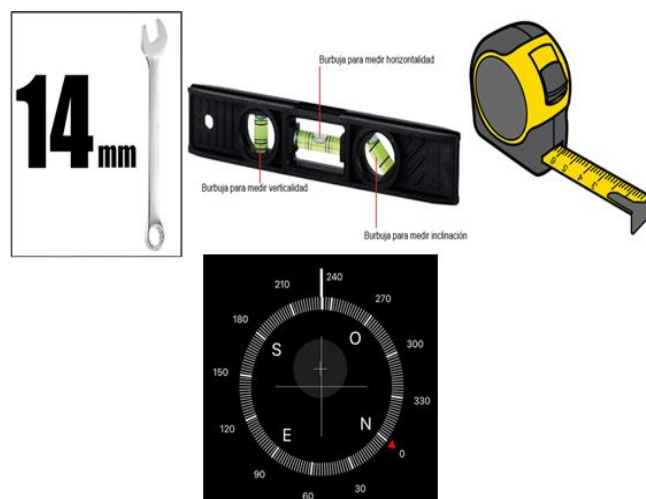
circunferencia en los ángulos para alojar a los tanques que verificaran la evaporación del agua.

- La pieza número 5 es un soporte triangular de 2" de 1.20 metros cuya función es colaborar en la estabilización de la estructura además de alojar a la caja eléctrica que es donde se encuentra toda la circuitería.

Instrucciones para el montaje.

Es de vital importancia conocer las herramientas necesarias para el correcto armado de la estación, ya que debido al peso y a las dimensiones de cada pieza metálica se debe seguir un determinado procedimiento para no causar ningún tipo de presión en los orificios de los soportes triangulares ya que esto deformaría la superficie de los parantes y comprometería el aseguramiento en determinada altura.

1. Las herramientas necesarias para acoplar todas las piezas son: un nivel de 3 burbujas, una llave mixta de 14 mm, un flexómetro y finalmente una brújula, con la aplicación de estas herramientas se puede colocar la estación realizar en cualquier tipo de superficies sin comprometer la integridad de los componentes o a su vez obtener lecturas erróneas.



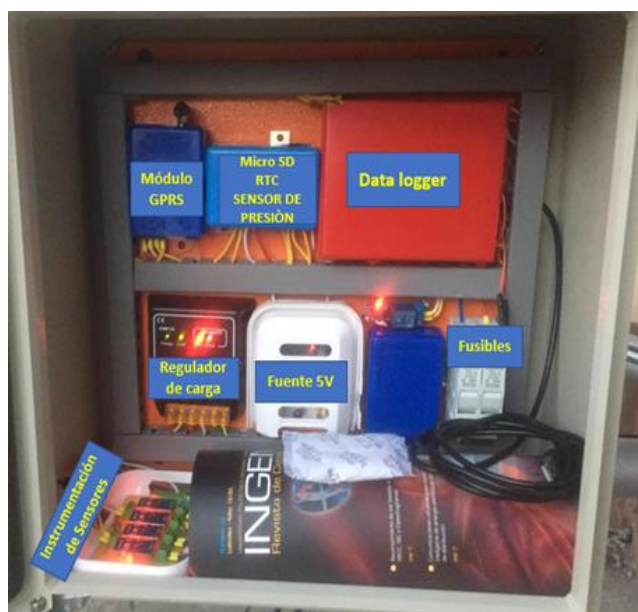
2. Para iniciar con el acoplo de las piezas metálicas se debe insertar los 3 parantes (1,2,3) en los soportes triangulares (4,5) los cuales cuentan con orificios en cada ángulo y para asegurarlos se debe ajustar los tornillos laterales de cada soporte. NOTA: Es necesario insertar los parantes desde abajo hacia arriba ya que estos poseen unas bases que fijan la estructura al suelo ayudando de esta manera a equilibrar el peso de la estación.



3. En primera instancia el soporte triangular superior se encuentra situado a 90 cm del suelo y el soporte inferior se encuentra ubicado a 40 cm por debajo, estas medidas se encuentran marcadas en los 3 parantes, pero pueden ser fácilmente modificadas con la aplicación del flexómetro. Finalmente, para comprobar que los soportes se colocaron a la altura adecuada se puede verificar con la ayuda del nivel situándolo sobre las piezas horizontales.



4. Los soportes triangulares cuentan con 2 perforaciones para asegurar con 4 tornillos la caja metálica, con el fin de no manipular los componentes que se encuentran dentro de ella los mismos que se detallan a continuación:
 - Módulo GPRS: Mediante este módulo se logra el acceso a la red celular y se transmiten los datos a la página web.
 - Micro SD: Tarjeta de memoria industrial donde se almacenan los datos de manera continua.



- **RTC:** Este dispositivo es un reloj de tiempo real gracias al cual se logra transmitir los datos cada determinado tiempo.

- **Datalogger:** Es un dispositivo mediante el cual se realiza la recolección de los datos proporcionados por los sensores.

- **Regulador de Carga:** Este dispositivo regula el voltaje (12V) proporcionado por el

panel solar, protegiendo al sistema tanto de sobrecargas como de disminuciones excesivas de voltaje.

- **Fuente de 5V:** Mediante este dispositivo se reduce el voltaje proporcionado por el regulador y lo reduce al necesario para la alimentación de los componentes electrónicos de la estación.
- **Fusibles:** Protegen al sistema de un eventual sobre voltaje.









Tipos de Sensores

Los sensores se encuentran asegurados mediante tornillos y pueden ser fácilmente desmontados, cada uno se conecta a la caja de circuitos mediante un cable apantallado con grado de protección que permite que estos puedan ser instalados en lugares a la intemperie. Las variables agro-meteorológicas captadas por los sensores son las siguientes:

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| • Presión | • Evaporación 1 |
| • Humedad Exterior | • Precipitación - Pluviómetro |
| • Temperatura Interna | • Velocidad - Anemómetro |
| • Altura | • Dirección del viento - Veleta |
| • Temperatura Externa | |
| • Radiación | |
| • Humedad del Suelo 1 | |
| • Humedad del Suelo 2 | |
| • Evaporación 1 | |



Los cables de los sensores se conectan al datalogger mediante sockets los cuales se diferencian mediante un código de colores el cual se detalla a continuación:

SENSOR DE EVAPORACIÓN 1		SENSOR DE EVAPORACIÓN 2	
SENSOR DE HUMEDAD 1		PANEL SOLAR	
SENSOR DE HUMEDAD 2		BATERÍA	
SENSOR DE RADIACIÓN		SENSOR HUMEDAD/TEMPERATURA	

Mantenimiento de los Sensores.

Ciertos elementos ambientales como polvo, piedras y hojas pueden alojarse sobre los componentes de la estación lo que causaría el deterioro de estos además de proporcionar información climática errónea, por lo que se recomienda realizar un mantenimiento preventivo cada 6 meses.

Como punto adicional se debe recalcar que los componentes más propensos a sufrir algún tipo de avería son los siguientes:

Panel Solar - Debido a que al encontrarse impurezas sobre las celdas solares bloquearían la incidencia de la luz solar.

Pluviómetro – La abertura por donde se evacua el agua podría taponarse, generando un sobre peso por el estancamiento del agua y por ende un daño permanente en el sensor.

Tanques de Evaporación – Si no se realiza una continua inspección del nivel de agua sería imposible comprobar las variaciones que presenta la evaporación del agua, la cual comúnmente varía en milímetros lo que dificulta su correcta captación. La estación cuenta con la capacidad de alertar a los usuarios sobre el exceso o la falta de agua en los 2 tanques.

Instalación.

Para realizar el proceso de instalación se deben seguir los siguientes puntos:

1. Verificar que el sitio donde se instale la estación tenga cobertura de la red celular ya sea por parte de la operadora Claro o CNT de lo contrario no se podrían transmitir los datos a la página web únicamente quedarían almacenados en la memoria Micro SD.
2. Direccionar la veleta hacia el norte esto debido a la calibración y exactitud del sensor. En la parte exterior del sensor se encuentra marcada esta orientación como se muestra a continuación:



3. Direccionar el panel solar hacia el sur debido a que por la ubicación geográfica del Ecuador desde esta orientación se logra captar la mayor incidencia de luz solar.

Visualización de la Página WEB

El link desde el cual se puede acceder a la información climática en tiempo real es el siguiente: www.redmeteorologicaups.com



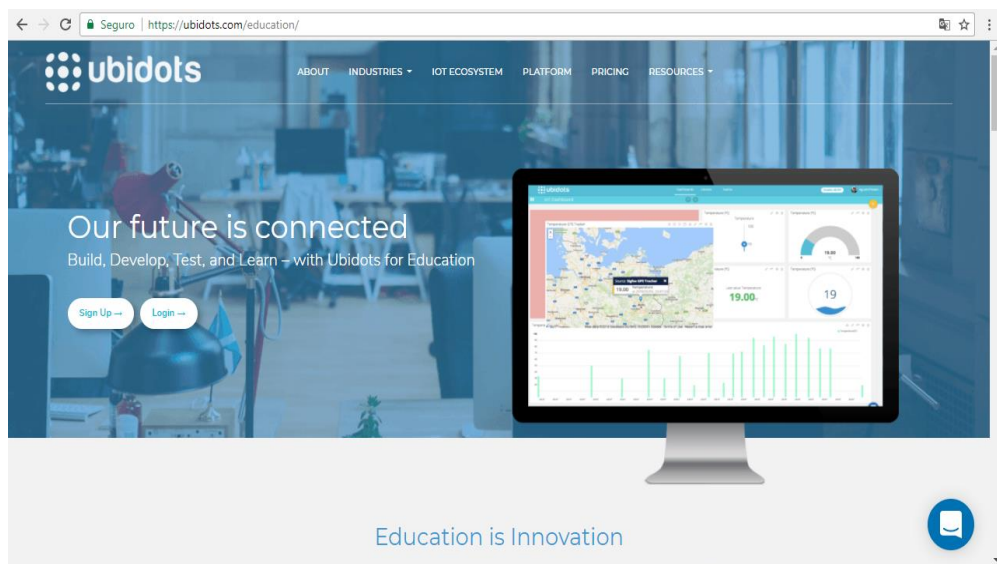
- **Estación Meteorológica:** En esta pestaña se muestran las características de la estación agro-meteorológica además de fotos relevantes.
- **Información:** Da información general sobre las estaciones agro-meteorológicas, su funcionamiento y aplicaciones para la agricultura.
- **Datos y Gráficas:** Se presentan en forma ordenada el histórico de las variables de la estación agro-meteorológica visualizadas en tiempo real y gráficas de estas en función del tiempo como se muestra en la Figura 4.3.
- **Indicadores:** En esta pestaña se ubican los valores numéricos relevantes de las variables climáticas y un botón para descargar el manual de uso de la estación agro-meteorológica.
- **Contactos:** Se indica un formulario para solicitar soporte técnico, así como información de contacto.

Para realizar la descarga de los reportes se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Clic en el botón de descargar reportes.



2. Al presionar el botón **DESCARGAR REPORTES** se redirigirá a la plataforma oficial de **UBIDOTS** el cual es un servicio en la nube que permite la visualizan los datos transmitidos.



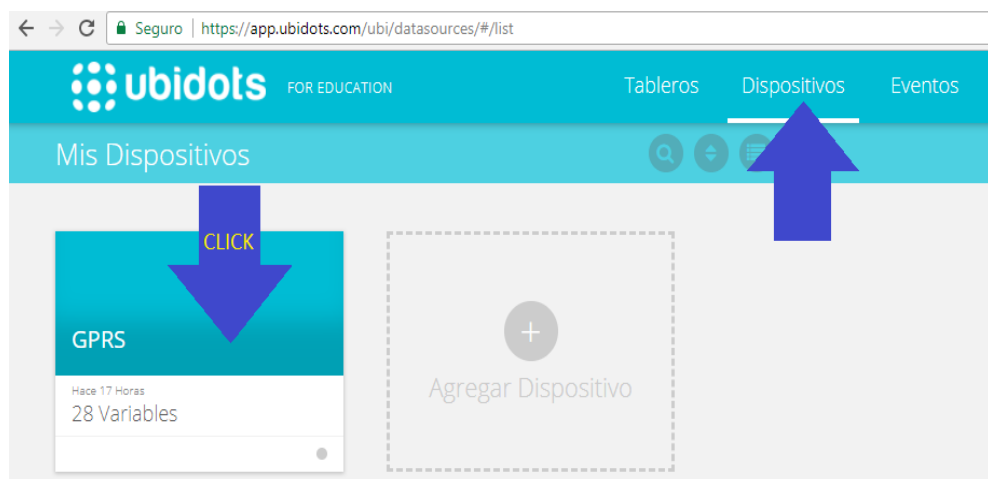
3. Presionando el botón **Login** se podrá acceder a este sitio el cual requiere completar los siguientes campos de usuario y contraseña:

Usuario: _____

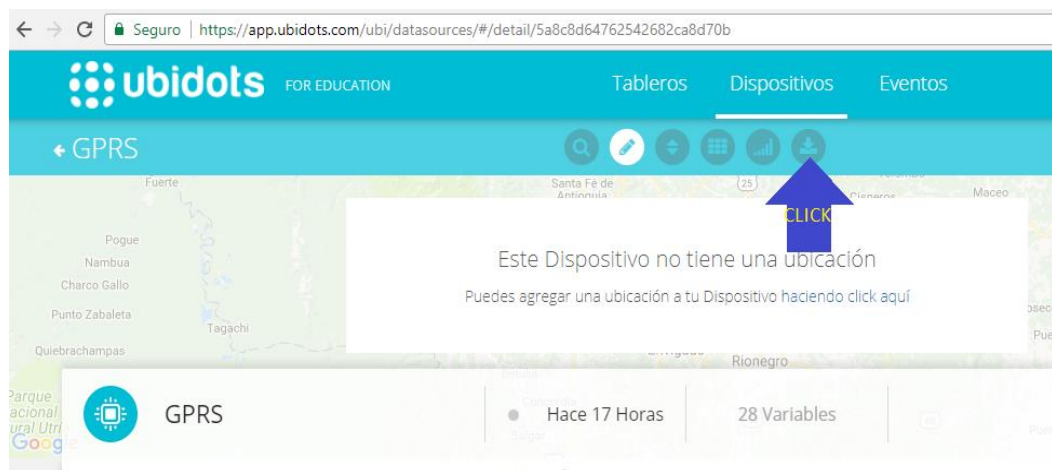
Contraseña: _____



4. Presionando el botón Dispositivos se logra tener acceso al dispositivo GPRS encargado de enviar los datos hacia el servicio en la nube.



5. En la siguiente ventana que aparecerá se debe seleccionar el botón de descarga.



6. Una característica importante de la plataforma UBIDOTS es que se puede seleccionarla desde y hasta fecha se requieren descargar los datos, además se

los puede enviar a un correo electrónico en formato de Excel como se muestra a continuación:

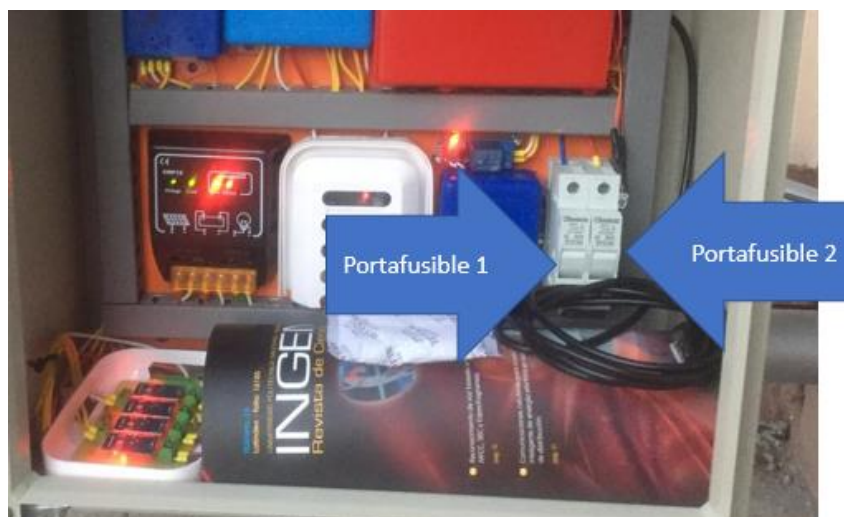
The screenshot shows a web interface titled "Get your data through email" and "GPRS". It prompts the user to "Backup your data in a date range" and states "We'll grab your data in a few minutes and send it to you via email". The form includes fields for "Tu correo:" (filled with "estacionmeteorologicaupsfinal@gmail.com"), "Desde" (2018-04-03), "Hasta" (2018-04-03), and "Formato" (xlsx). There are "Cancel" and "Send email" buttons. Four blue arrows with text point to specific fields: "Correo donde se enviara el archivo" points to the email field, "Fecha desde donde se visualizaran los datos" points to the "Desde" date field, "Fecha hasta donde se visualizaran los datos" points to the "Hasta" date field, and "Formato de descarga de los datos" points to the "Formato" dropdown menu.

Descarga de los datos desde la memoria MICRO SD.

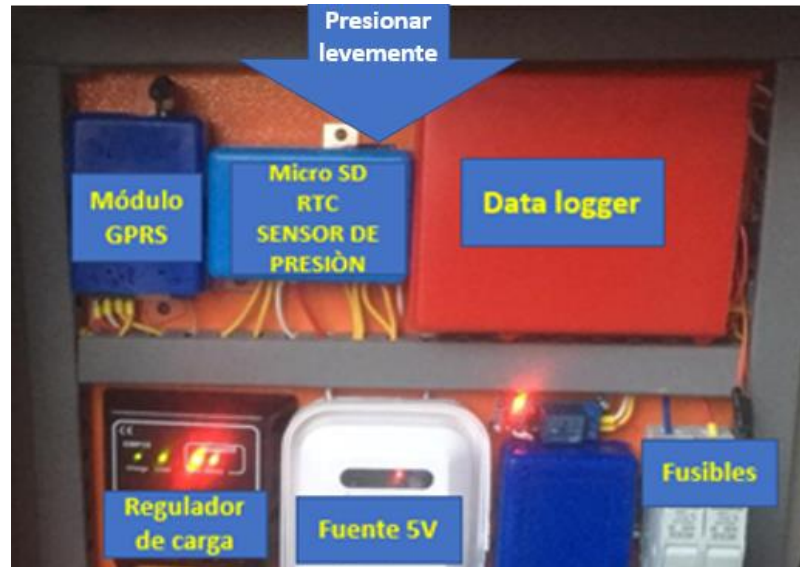
Es necesario tener un respaldo de los datos obtenidos, ya que si en un momento determinado la conexión con la plataforma UBIDOTS falla los datos captados no se perderían.

El proceso de descarga es el siguiente:

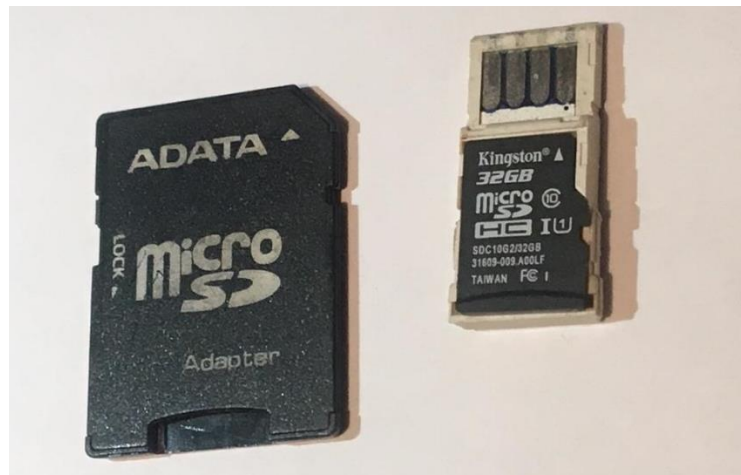
1. La tarjeta Micro SD se encuentra ubicada dentro de la caja de circuitos y para que pueda ser removida la estación debe estar totalmente apagada, esto se consigue abriendo los portafusibles que se muestran a continuación:



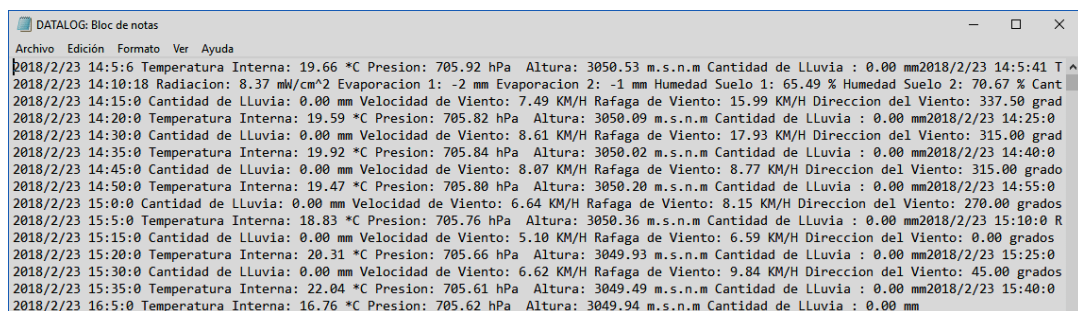
2. Para que la Micro SD pueda ser removida basta con presionar levemente la parte superior de la tarjeta como se muestra:



3. Una vez removida la tarjeta se la debe colocar en un adaptador de MICRO SD a SD o a su vez en un dispositivo USB los cuales se presentan a continuación:



4. El formato del archivo guardado en la memoria es uno de tipo .txt y pudiendo este ser visualizado mediante el bloc de notas.



5. Para devolver la MICRO SD a su lugar debe ser insertada de la siguiente manera:



6. Finalmente, para encender la estación se debe cerrar los portafusibles mostrados en el paso 1.

ANEXO 2 – DATOS COMPARATIVOS ENTRE LA ESTACIÓN AGRO- METEOROLÓGICA REALIZADA Y COMERCIAL.

COMPARACIÓN DE DATOS ENTRE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA REALIZADA VS ESTACIÓN METEOROLÓGICA COMERCIAL													
TEMPERATURA EXTERNA DIRECCION DEL VIENTO VELOCIDAD DEL VIENTO													
Fecha y hora	Realizada			Comercial			Error absoluto			Error porcentual			
	R.Temp Externa °C	R.Dir Viento °	R.Vel Viento m/s	C.Temp Externa °C	C.Dir Viento °	C.Vel Viento m/s	Temp Externa °C	Dir.Viento °	Vel Viento m/s	Temp Externa %	Dir.Viento %	Vel Viento %	
13.4	112.5	0.33	11.4	90	2.2	2	22.5	1.87	17.54	6.25		84.90	
13.6	180	0.93	11.9	202.5	3.6	1.7	22.5	2.67	14.29	6.25		74.21	
12.6	180	1.26	11.7	157.5	4.5	0.9	22.5	3.24	7.69	6.25		72.09	
12.7	180	1.75	11.5	157.5	4.9	1.2	22.5	3.15	10.43	6.25		64.33	
14	180	0.61	12.1	157.5	4.9	1.9	22.5	4.29	15.70	6.25		87.50	
13.5	180	0.66	12.8	157.5	3.6	0.8	22.5	2.94	6.25	6.25		81.79	
15.4	180	0.41	14	157.5	3.6	1.4	22.5	3.19	10.00	6.25		88.51	
15.6	90	0.59	14.8	112.5	2.7	0.8	22.5	2.11	5.41	6.25		78.26	
14.9	315	1.57	14.2	292.5	3.1	0.7	22.5	1.53	4.93	6.25		49.48	
13.3	315	1.20	13.1	315	5.8	0.2	0	4.60	1.53	0.00		79.28	
12.2	315	1.13	12.4	315	5.4	0.2	0	4.27	1.61	0.00		79.28	
11.5	315	0.22	11.7	315	4.5	0.2	0	4.28	1.71	0.00		95.15	
11.5	0	0.62	11.3	0	4	0.2	0	3.38	1.77	0.00		84.61	
11.9	67.5	1.20	11.4	67.5	3.1	0.5	0	1.90	4.39	0.00		61.24	
11.9	90	0.78	11.5	67.5	3.6	0.4	22.5	2.82	3.48	6.25		78.47	
11.9	90	0.16	11.7	45	2.2	0.2	45	2.04	1.71	12.50		92.55	
11.8	67.5	0.03	11.7	22.5	1.8	0.1	45	1.77	0.85	12.50		98.15	
11.1	315	0.74	11.5	315	3.1	0.4	0	2.36	3.48	0.00		75.99	
10.6	315	1.29	11.1	292.5	3.6	0.5	22.5	2.31	4.50	6.25		64.24	
10.4	315	0.39	10.8	270	2.7	0.4	45	2.31	3.70	12.50		85.67	
10.3	180	0.05	10.5	157.5	3.6	0.2	22.5	3.55	1.90	6.25		98.48	
10	315	1.00	10.7	315	1.3	0.7	0	0.30	6.54	0.00		23.08	
9.1	22.5	1.00	10.1	0	1.3	1	22.5	0.30	9.90	6.25		23.08	
8.5	90	1.00	9.3	67.5	1.3	0.8	22.5	0.30	8.60	6.25		23.08	
9.4	67.5	1.00	9	67.5	0.9	0.4	0	0.10	4.44	0.00		11.11	
8.4	315	1.00	8.9	337.5	1.3	0.5	22.5	0.30	5.82	6.25		23.08	
8.6	0	1.00	9	0	0.9	0.4	0	0.10	4.44	0.00		11.11	
8.2	45	3.00	8.8	22.5	2.7	0.6	22.5	0.30	6.82	6.25		11.11	
1/3/2018 0:00	7.7	67.5	0.25	8.3	45	2.2	0.6	22.5	1.95	7.23	6.25		68.78
1/3/2018 0:31	7.6	67.5	0.27	8.1	45	1.8	0.5	22.5	1.53	6.17	6.25		84.83
1/3/2018 1:00	7.9	90	3.00	8.4	67.5	2.7	0.5	22.5	0.30	5.95	6.25		11.11
1/3/2018 1:31	7.9	90	1.00	8.1	67.5	0.4	0.2	22.5	0.60	2.47	6.25		150.00
1/3/2018 2:00	7.9	90	1.00	8	67.5	0.9	0.1	22.5	0.10	1.25	6.25		11.11
1/3/2018 2:30	6.5	67.5	1.00	7.4	67.5	0.9	0.9	0	0.10	12.16	0.00		11.11
1/3/2018 3:00	5.9	22.5	2.00	6.8	22.5	2.2	0.9	0	0.20	13.24	0.00		9.09
1/3/2018 3:31	5.1	45	0.33	6.1	45	1.8	1	0	1.47	16.39	0.00		81.79
1/3/2018 4:01	4.8	45	2.00	5.7	45	1.8	0.9	0	0.20	15.79	0.00		11.11
1/3/2018 4:30	4.5	67.5	2.00	5.4	67.5	2.2	0.9	0	0.20	16.67	0.00		9.09
1/3/2018 5:00	4.5	67.5	1.00	5.1	67.5	0.9	0.6	0	0.10	11.76	0.00		11.11
1/3/2018 5:31	4.8	67.5	1.00	4.8	67.5	0.9	0	0	0.10	0.00	0.00		11.11
1/3/2018 6:00	4.6	67.5	1.00	4.7	67.5	1.8	0.1	0	0.80	2.13	0.00		44.44
1/3/2018 6:30	4.7	67.5	3.00	4.7	45	3.1	0	22.5	0.10	0.00	6.25		3.23
1/3/2018 7:00	4.7	270	1.00	5.2	292.5	1.3	0.5	22.5	0.30	9.62	6.25		23.08
1/3/2018 7:31	7	315	1.00	6.5	270	1.3	0.5	45	0.30	7.69	12.50		23.08
1/3/2018 8:01	10.3	337.5	3.00	9.6	337.5	4	0.7	0	1.00	7.29	0.00		25.00
1/3/2018 8:31	12.8	315	1.64	10.9	315	4.5	1.9	0	2.86	17.43	0.00		63.59
1/3/2018 9:01	12.9	315	0.98	12.2	292.5	4	0.7	22.5	3.02	5.74	6.25		75.42
1/3/2018 9:31	12.3	270	0.93	13	315	5.4	0.7	45	4.47	5.38	12.50		82.81
1/3/2018 10:01	13.4	315	1.31	13.3	315	5.4	0.1	0	4.09	0.75	0.00		75.73
1/3/2018 10:30	14.3	292.5	1.25	14.1	315	5.4	0.2	22.5	4.15	1.42	6.25		76.79
1/3/2018 11:00	15.2	292.5	4.00	14.9	292.5	5.8	0.3	0	1.80	2.01	0.00		31.03
1/3/2018 11:31	15.3	315	0.82	15.5	292.5	4.9	0.2	22.5	4.08	1.29	6.25		83.28
1/3/2018 12:00	15.9	337.5	2.25	15.6	315	6.7	0.3	22.5	4.45	1.92	6.25		66.36
1/3/2018 12:31	14.7	315	2.24	14.9	315	6.3	0.2	0	4.06	1.34	0.00		64.46
1/3/2018 13:00	15.2	315	5.00	15.3	315	7.2	0.1	0	2.20	0.65	0.00		30.56
1/3/2018 13:31	16.4	315	1.26	16.4	315	6.3	0	0	5.04	0.00	0.00		30.06
1/3/2018 14:00	17.4	22.5	1.20	16.7	0	6.3	0.7	22.5	5.10	4.19	6.25		80.92
1/3/2018 14:30	16.9	315	1.31	15.8	315	5.8	1.1	0	4.50	6.96	0.00		77.50
1/3/2018 15:01	16.3	315	0.82	15.2	315	6.7	1.1	0	5.88	7.24	0.00		87.77
1/3/2018 15:30	14.6	315	1.29	14.3	315	6.3	0.3	0	5.01	2.10	0.00		79.56
1/3/2018 16:00	13.8	315	0.52	13.8	315	5.4	0	0	4.88	0.00	0.00		90.41
1/3/2018 16:31	12.3	157.5	0.71	12.6	157.5	4	0.3	0	3.29	2.38	0.00		82.25
1/3/2018 17:01	13.1	157.5	1.53	12.6	157.5	3.1	0.5	0	1.57	3.97	0.00		50.67
1/3/2018 17:31	12	270	2.08	11.9	315	5.4	0.1	45	3.32	0.84	12.50		61.57
1/3/2018 18:00	12.1	315	3.00	12	315	4	0.1	0	1.00	0.83	0.00		25.00
1/3/2018 18:31	11.4	315	0.60	11.8	292.5	2.2	0.4	22.5	1.60	3.39	6.25		72.69
1/3/2018 19:01	11	315	0.27	11.3	315	2.7	0.3	0	2.43	2.65	0.00		89.89
1/3/2018 19:31	10.6	315	3.00	11.1	292.5	3.6	0.5	22.5	0.60	4.50	6.25		16.67
1/3/2018 20:00	10.2	315	0.64	10.7	315	2.2	0.5	0	1.56	4.67	0.00		70.81
1/3/2018 20:31	10	292.5	0.66	10.4	315	2.2	0.4	22.5	1.54	3.85	6.25		70.21
1/3/2018 21:00	10.5	0	2.00	10.2	0	2.7	0.3	0	0.70	2.94	0.00		25.93
1/3/2018 21:30	10.3	0	2.00	10.4	0	1.8	0.1	0	0.20	0.96	0.00		11.11
1/3/2018 22:00	10.6	0	0.48	10.7	0	3.6	0.1	0	3.12	0.93	0.00		86.69
1/3/2018 22:30	10.6	337.5	0.79	11	337.5	3.6	0.4	0	2.81	3.64	0.00		78.15
1/3/2018 23:01	10.2	315	0.44	10.8	315	3.6	0.6	0	3.16	5.56	0.00		87.86
1/3/2018 23:31	10.2	315	0.76	10.6	315	3.1	0.4	0	2.34	3.77	0.00		75.34
2/3/2018 0:01	10.2	292.5	0.55	10.5	292.5	3.1	0.3	0	2.55	2.86	0.00		82.38
2/3/2018 0:30	9.9	315	2.00	10.3	315	2.7	0.4	0	0.70	3.88	0.00		25.93
2/3/2018 1:01	9.5	315	0.38	9.8	315	1.8	0.3	0	1.42	3.06	0.00		78.76
2/3/2018 1:30	9.4	315	1.00	9.7	292.5	1.3	0.3	22.5	0.30	3.09	6.25		23.08
2/3/2018 2:00	9.3	315	1.00	9.7	315	1.8	0.4	0	0.80	4.12	0.00		44.44
2/3/2018 2:31	9.2	315	1.04	9.5	315	3.1	0.3	0	2.06	3.16	0.00		66.33
2/3/2018 3:01	9	315	3.00	9.4	315	3.1	0.4	0	0.10	4.26	0.00		3.23
2/3/2018 3:30	8.6	315	0.78	9	315	5.4	0.4	0	4.62	4.44	0.00		85.62
2/3/2018 4:01	8.1	315	4.00	8.6</									

2/3/2018 15:31	13.6	45	6.89	13.4	45	8	0.2	0	1.11	1.49	0.00	13.82
2/3/2018 16:01	13.2	90	6.86	12.9	45	9.4	0.3	45	2.54	2.33	12.50	27.06
2/3/2018 16:30	13	90	7.18	12.7	45	9.4	0.3	45	2.22	2.36	12.50	23.66
2/3/2018 17:01	12.3	22.9	4.64	12.3	22.5	6.7	0	0	2.06	0.00	0.00	30.77
2/3/2018 17:31	11.5	67.5	5.62	11.7	67.5	7.6	0.2	0	1.98	1.71	0.00	26.03
2/3/2018 18:00	11.4	90	1.98	11.6	67.5	7.6	0.2	22.5	5.62	1.72	6.25	73.90
2/3/2018 18:31	11	67.5	2.13	11.4	67.5	6.7	0.4	0	4.57	3.51	0.00	68.21
2/3/2018 19:00	10.9	67.5	0.77	11.3	45	5.8	0.4	22.5	5.03	3.54	6.25	86.75
2/3/2018 19:30	11.2	45	3.00	11	45	5.4	0.2	0	2.40	1.82	0.00	44.44
2/3/2018 20:01	10.5	90	1.37	10.9	67.5	7.2	0.4	22.5	5.83	3.67	6.25	81.04
2/3/2018 20:30	10	135	3.00	10.5	112.5	4.5	0.5	22.5	1.50	4.76	6.25	33.33
2/3/2018 21:01	9.7	180	0.33	10.6	157.5	2.7	0.9	22.5	2.37	8.49	6.25	87.86
2/3/2018 21:30	9.1	225	2.00	10.2	180	1.8	1.1	45	0.20	10.78	12.50	11.11
2/3/2018 22:00	10.9	135	1.12	11.4	90	8	0.5	45	6.88	4.39	12.50	85.95
2/3/2018 22:30	9.4	0	1.53	10.2	0	4	0.8	0	2.47	7.84	0.00	61.68
2/3/2018 23:01	10	315	0.44	10.5	315	4.5	0.5	0	4.06	4.76	0.00	90.29
2/3/2018 23:30	9.8	180	0.21	10.4	157.5	3.6	0.6	22.5	3.39	5.77	6.25	94.24
3/3/2018 0:00	9.7	45	2.00	10.3	22.5	2.7	0.6	22.5	0.70	5.83	6.25	25.93
3/3/2018 0:30	9.4	22.5	0.42	9.9	0	2.7	0.5	22.5	2.28	5.05	6.25	84.60
3/3/2018 1:00	9.4	22.5	0.29	9.8	22.5	1.8	0.4	0	1.51	4.08	0.00	83.71
3/3/2018 1:30	9.4	315	0.38	9.7	315	2.2	0.3	0	1.82	3.09	0.00	82.63
3/3/2018 2:00	9.2	315	0.28	9.6	315	3.1	0.4	0	2.82	4.17	0.00	91.07
3/3/2018 2:30	9.2	315	0.68	9.6	315	3.6	0.4	0	2.92	4.17	0.00	81.00
3/3/2018 3:01	9.1	315	0.23	9.4	315	2.7	0.3	0	2.37	3.19	0.00	87.87
3/3/2018 3:30	9.1	315	0.21	9.4	315	2.7	0.3	0	2.49	3.19	0.00	92.22
3/3/2018 4:00	9.1	315	0.62	9.4	292.5	1.8	0.3	22.5	1.18	3.19	6.25	65.80
3/3/2018 4:30	9.1	315	0.26	9.4	315	2.7	0.3	0	2.44	3.19	0.00	90.40
3/3/2018 5:01	9	315	0.87	9.3	315	3.1	0.3	0	2.23	3.23	0.00	71.82
3/3/2018 5:30	9	315	1.06	9.3	315	3.1	0.3	0	2.04	3.23	0.00	65.91
3/3/2018 6:01	8.9	315	0.16	9.2	270	3.6	0.3	45	3.44	3.26	12.50	95.45
3/3/2018 6:31	9	315	0.76	9.2	270	1.8	0.2	45	1.04	2.17	12.50	57.53
3/3/2018 7:01	9.1	315	0.11	9.3	315	2.2	0.2	0	2.09	2.15	0.00	95.04
3/3/2018 7:30	9.7	315	2.00	9.5	315	2.2	0.2	0	0.20	2.11	0.00	9.99
3/3/2018 8:01	10.2	315	0.71	9.8	315	3.6	0.4	0	2.89	4.08	0.00	80.28
3/3/2018 8:31	11.3	315	3.00	10.3	315	5.8	1	0	2.80	9.71	0.00	48.28
3/3/2018 9:01	11.9	315	1.53	10.8	337.5	5.8	1.1	22.5	4.27	10.19	6.25	73.64
3/3/2018 9:30	14.1	67.5	1.58	12.2	45	5.4	1.9	22.5	3.82	15.57	6.25	70.69
3/3/2018 10:01	13.2	67.5	6.00	12.9	45	8	0.3	22.5	2.00	2.33	6.25	25.00
3/3/2018 10:30	13.7	45	6.00	12.7	45	9.4	1	0	3.40	7.87	0.00	36.17
3/3/2018 11:00	14.3	45	6.00	13.7	45	8.9	0.6	0	2.90	4.38	0.00	32.58
3/3/2018 11:31	13.7	45	7.00	13.4	45	10.7	0.3	0	3.70	2.24	0.00	34.58
3/3/2018 12:01	14.2	45	8.00	13.7	45	10.7	0.5	0	2.70	3.65	0.00	25.23
3/3/2018 12:31	13.9	45	8.00	13.7	45	10.3	0.2	0	2.30	1.46	0.00	22.33
3/3/2018 13:00	14.1	67.5	8.00	13.8	45	10.7	0.3	22.5	2.70	2.17	6.25	25.23
3/3/2018 13:30	13.5	67.5	8.00	13.4	45	12.1	0.1	22.5	4.10	0.75	6.25	33.88
3/3/2018 14:01	13.9	90	6.00	13.2	67.5	9.4	0.7	22.5	3.40	5.30	6.25	36.17
3/3/2018 14:30	15.3	67.5	5.00	13.9	45	10.3	1.4	22.5	5.30	10.07	6.25	51.46
3/3/2018 15:01	13.3	45	5.00	12.9	45	10.3	0.4	0	5.30	3.10	0.00	51.46
3/3/2018 15:31	12.8	45	5.00	12.5	45	8.9	0.3	0	3.90	2.40	0.00	43.82
3/3/2018 16:00	12.5	45	6.00	12.2	45	9.4	0.3	0	3.40	2.46	0.00	36.17
3/3/2018 16:30	12.4	67.5	6.00	12.3	45	7.6	0.1	22.5	1.60	0.81	6.25	21.05
3/3/2018 17:01	12	22.5	1.37	12.1	22.5	6.3	0.1	0	4.93	0.83	0.00	78.33
3/3/2018 17:31	12	45	5.00	11.9	45	5.4	0.1	0	0.40	0.84	0.00	7.41
3/3/2018 18:01	11.3	45	2.13	11.6	22.5	7.6	0.3	22.5	5.47	2.59	6.25	71.98
3/3/2018 18:31	10.9	45	1.97	11.3	45	6.3	0.4	0	4.33	3.54	0.00	68.80
3/3/2018 19:00	10.3	45	0.49	10.9	45	5.4	0.6	0	4.91	5.50	0.00	91.01
3/3/2018 19:30	9.5	0	0.55	10.6	0	4.9	1.1	0	4.35	10.38	0.00	88.86
3/3/2018 20:00	9.4	0	0.50	10.4	0	4	1	0	3.50	9.62	0.00	87.54
3/3/2018 20:31	10.1	337.5	0.66	10.3	337.5	4	0.2	0	3.34	1.94	0.00	83.62
3/3/2018 21:00	9.8	315	0.49	10.3	337.5	4.5	0.5	22.5	4.01	4.85	6.25	89.07

COMPARACIÓN DE DATOS ENTRE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA REALIZADA VS ESTACIÓN METEOROLÓGICA COMERCIAL
PRESIÓN ATMOSFÉRICA | HUMEDAD EXTERNA | PRECIPITACIÓN

Fecha y hora	Realizada			Comercial			Error absoluto			Error porcentual		
	R _p Presión Atmosférica (mBar)	R _h Humedad Externa (%)	R _p Precipitación (mm)	C _p Presión Atmosférica (mBar)	C _h Humedad Externa (%)	C _p Precipitación (mm)	Presión Atmosférica (mBar)	Humedad Externa (%)	Precipitación (mm)	Presión Atmosférica (mBar)	Humedad Externa (%)	Precipitación (mm)
28/2/2018 13:36	706.62	69.3	0	687.7	72	0	18.92	2.7	0	2.75	3.75	0.00
28/2/2018 14:05	706.26	70.6	0	687.7	74	0	18.56	3.4	0	2.70	4.59	0.00
28/2/2018 14:35	706.12	77.8	0	687.7	81	0	18.42	3.2	0	2.68	3.95	0.00
28/2/2018 15:05	706.07	83.6	0	687.7	84	0	18.37	0.4	0	2.67	0.48	0.00
28/2/2018 15:35	706.12	89.2	0.11	687.7	88	0.2	18.42	1.2	0.09	2.68	1.36	45.00
28/2/2018 16:05	706.28	85.2	0.22	687.7	88	0.2	18.58	2.8	0.02	2.70	3.18	10.00
28/2/2018 16:35	706.13	80	0	687.7	85	0	18.43	5	0	2.68	5.88	0.00
28/2/2018 17:05	706.09	78.8	0	687.7	84	0	18.39	5.2	0	2.67	6.19	0.00
28/2/2018 17:35	706.10	81.1	0	687.7	84	0	18.40	2.9	0	2.68	3.45	0.00
28/2/2018 18:05	706.49	78.5	0	687.7	82	0	18.79	3.5	0	2.73	4.27	0.00
28/2/2018 18:35	706.74	91.6	0.11	687.7	92	0	19.04	0.4	0.11	2.77	0.43	0.00
28/2/2018 19:06	707.17	92	0	687.7	93	0	19.47	1	0	2.83	1.08	0.00
28/2/2018 19:35	707.43	90.9	0	687.7	94	0	19.73	3.1	0	2.87	3.30	0.00
28/2/2018 20:06	707.82	88.5	0	687.7	91	0	20.12	2.5	0	2.93	2.75	0.00
28/2/2018 20:35	707.94	93.1	0	687.7	93	0	20.24	0.1	0	2.94	0.11	0.00
28/2/2018 21:06	708.06	92.9	0	687.7	93	0	20.36	0.1	0	2.96	0.11	0.00
28/2/2018 21:36	708.06	92.9	0	687.7	93	0	20.36	0.1	0	2.96	0.11	0.00
28/2/2018 22:05	708.33	99.1	0	687.7	93	0	20.63	0.1	0	3.00	0.11	0.00
28/2/2018 22:35	708.55	92.8	0	687.7	93	0	20.85	0.2	0	3.03	0.22	0.00
28/2/2018 23:05	708.43	91.1	0	687.7	94	0	20.73	2.9	0	3.01	3.09	0.00
28/2/2018 23:35	708.06	90.7	0	687.7	90	0	20.36	0.7	0	2.96	0.78	0.00
1/3/2018 0:05	707.82	90.7	0	687.7	90	0	20.12	0.7	0	2.93	0.78	0.00
1/3/2018 0:35	707.68	90.2	0	687.7	91	0	19.98	0.8	0	2.90	0.88	0.00
1/3/2018 1:05	706.81	93	0	687.7	90	0	19.11	3	0	2.78	3.33	0.00
1/3/2018 1:35	706.77	92.4	0	687.7	91	0	19.07	1.4	0	2.77	1.54	0.00
1/3/2018 2:05	706.73	91.8	0	687.7	90	0	19.03	1.8	0	2.77	2.00	0.00
1/3/2018 2:35	706.69	91.2	0	687.7	90	0	18.99	1.2	0	2.76	1.33	0.00
1/3/2018 3:05	706.80	90.6	0	687.7	89	0	19.10	1.6	0	2.78	1.80	0.00
1/3/2018 3:35	706.69	90.4	0	687.7	89	0	18.99	1.4	0	2.76	1.57	0.00
1/3/2018 4:06	706.75	90.4	0	687.7	89	0	19.05	1.4	0	2.77	1.57	0.00
1/3/2018 4:36	706.75	90.4	0	687.7	90	0	19.05	0.4	0	2.77	0.44	0.00
1/3/2018 5:05	707.19	91.8	0	687.7	91	0	19.49	0.77	0	2.83	0.84	0.00
1/3/2018 5:35	707.24	91.3	0	687.7	91	0	19.54	0.3	0	2.84	0.33	0.00
1/3/2018 6:05	707.46	90.5	0	687.7	90	0	19.76	0.5	0	2.87	0.56	0.00
1/3/2018 6:35	707.42	90.2	0	687.7	90	0	19.72	0.2	0	2.87	0.22	0.00
1/3/2018 7:05	707.47	89.5	0	687.7	91	0	19.77	1.5	0	2.87	1.65	0.00
1/3/2018 7:35	707.80	78	0	687.7	91	0	20.10	19.3	0	2.92	14.29	0.00
1/3/2018 8:06	708.07	77.4	0	687.7	84	0	20.37	6.6	0	2.96	7.86	0.00
1/3/2018 8:35	708.33	76.8	0	687.7	82	0	20.63	5.2	0	3.00	6.34	0.00
1/3/2018 9:05	708.10	74.2	0	687.7	79	0	20.40	4.8	0	2.97	6.08	0.00
1/3/2018 9:35	708.25	66.6	0	687.7	75	0	20.55	8.4	0	2.99	11.20	0.00
1/3/2018 10:05	708.52	69.3	0	687.7	77	0	20.82	7.7	0	3.03	10.00	0.00
1/3/2018 10:35	708.21	75.7	0	687.7	75	0	20.51	0.7	0	2.98	0.93	0.00
1/3/2018 11:06	707.89	70	0	687.7	74	0	20.19	4	0	2.94	5.41	0.00
1/3/2018 11:36	707.58	58.7	0	687.7	61	0	19.88	2.3	0	2.89	3.77	0.00
1/3/2018 12:05	707.26	67.3	0	687.7	73	0	19.56	5.7	0	2.84	7.81	0.00
1/3/2018 12:35	707.10	69.8	0	687.7	74	0	19.40	4.2	0	2.82	5.68	0.00
1/3/2018 13:05	706.64	73.3	0	687.7	73	0	18.94	0.3	0	2.75	0.41	0.00
1/3/2018 13:35	706.13	68.8	0	687.4	69	0	18.73	5.2	0	2.72	7.54	0.00
1/3/2018 14:05	705.60	60.7	0	687.4	66	0	18.20	5.3	0	2.65	6.03	0.00
1/3/2018 14:35	705.42	72.4	0	687.4	77	0	18.02	4.6	0	2.62	5.97	0.00
1/3/2018 15:05	704.94	78.1	0	687.4	79	0	17.54	0.9	0	2.55	1.14	0.00
1/3/2018 15:35	704.91	80.2	0	687.4	83	0	17.51	2.8	0	2.55	3.37	0.00
1/3/2018 16:05	705.07	77.8	0	687.4	84	0	17.67	6.2	0	2.57	7.38	0.00
1/3/2018 16:36	705.31	91.6	0.22	687.4	89	0.2	17.91	2.6	0.02	2.61	2.92	10.00

1/3/2018 16:36	705.31	91.6	0.22	687.4	89	0.2	17.91	2.6	0.02	2.61	2.92	10.00
1/3/2018 17:05	705.45	90.7	0	687.4	93	0	18.05	2.3	0	2.63	2.47	0.00
1/3/2018 17:35	705.66	89	0	687.4	90	0	18.26	1	0	2.66	1.11	0.00
1/3/2018 18:06	706.07	90.4	0	687.4	88	0	18.67	2.4	0	2.72	2.73	0.00
1/3/2018 18:36	706.49	89.4	0	687.4	89	0	19.09	0.4	0	2.78	0.45	0.00
1/3/2018 19:05	706.41	91.6	0	687.4	91	0	19.01	0.6	0	2.77	0.66	0.00
1/3/2018 19:35	706.77	93.1	0.4	687.4	93	0	19.37	0.1	0	2.82	0.11	0.00
1/3/2018 20:05	707.13	93.6	0	687.4	94	0	19.73	0.4	0	2.87	0.48	0.00
1/3/2018 20:35	707.24	95.3	0	687.9	95	0	19.34	0.3	0	2.81	0.32	0.00
1/3/2018 21:05	708.40	92.9	0	687.9	96	0	20.50	3.1	0	2.98	3.23	0.00
1/3/2018 21:35	708.09	93.2	0	687.9	96	0	20.19	2.8	0	2.94	2.92	0.00
1/3/2018 22:05	708.20	91.3	0	687.9	92	0	20.30	0.7	0	2.95	0.76	0.00
1/3/2018 22:35	708.33	91.3	0	687.9	90	0	20.43	1.3	0	2.97	1.44	0.00
1/3/2018 23:05	708.16	94.1	0	687.9	93	0	20.26	1.1	0	2.95	1.18	0.00
1/3/2018 23:35	708.16	94.1	0	687.9	94	0	20.26	0.1	0	2.95	0.11	0.00
2/3/2018 0:05	707.91	93.9	0	687.9	95	0	20.01	1.1	0	2.91	1.16	0.00
2/3/2018 0:35	707.82	94.5	0.2	687.9	95	0.2	19.92	0.5	0	2.90	0.53	0.00
2/3/2018 1:05	707.38	93.7	0	687.9	94	0	19.48	0.3	0	2.83	0.32	0.00
2/3/2018 1:35	707.19	94.1	0	687.9	94	0	19.29	0.1	0	2.80	0.11	0.00
2/3/2018 2:05	707.00	94.3	0.22	687.9	95	0.2	19.10	0.7	0.02	2.78	0.74	10.00
2/3/2018 2:35	706.79	94.6	0.33	687.9	95	0.4	18.89	0.4	0.07	2.75	0.42	17.50
2/3/2018 3:05	706.73	95	0	687.9	95	0	18.83	0	0	2.74	0.00	0.00
2/3/2018 3:35	706.74	93.8	0.44	687.9	95	0.4	18.84	1.2	0.04	2.74	1.26	10.00
2/3/2018 4:05	706.57	94.2	0.44	687.9	94	0.4	18.67	0.2	0.04	2.71	0.21	10.00
2/3/2018 4:35	706.59	94.2	0.77	687.9	94	0.8	18.69	0.2	0.03	2.72	0.21	3.75
2/3/2018 5:06	706.88	95	0	687.9	95	0	18.98	0	0	2.76	0.00	0.00
2/3/2018 5:36	706.92	95.2	0	687.9	96	0	19.02	0.8	0	2.76	0.83	0.00
2/3/2018 6:05	707.01	94.6	0	687.9	95	0	19.11	0.4	0	2.78	0.42	0.00
2/3/2018 6:35	707.25	94.6	0	687.9	96	0	19.35	1.4	0	2.81	1.46	0.00
2/3/2018 7:05	707.53	94.6	0	687.9	96	0	19.63	1.4	0	2.85	1.46	0.00
2/3/2018 7:35	707.83	94.6	0	687.9	96	0	19.93	1.4	0	2.90	1.46	0.00
2/3/2018 8:05	708.75	92.8	0	687.9	95	0	20.85	2.2	0	3.03	2.32	0.00
2/3/2018 8:35	708.05	90.8	0	687.9	93	0	20.15	2.2	0	2.93	2.37	0.00
2/3/2018 9:05	708.35	87.6	0	687.9	91	0	20.45	3.4	0	2.97	3.74	0.00
2/3/2018 9:35	708.31	88.6	0.11	687.9	91	0.2	20.41	2.4	0.09	2.97	2.64	45.00
2/3/2018 10:05	708.38	91.2	0	687.9	91	0	20.48	0.2	0	2.98	0.22	0.00

2/3/2018 10:35	708.30	91.2	0	687.9	90	0	20.40	1.2	0	2.97	1.33	0.00
2/3/2018 11:06	708.15	87.7	0	687.9	92	0	20.25	4.3	0	2.94	4.67	0.00
2/3/2018 11:35	707.83	79.4	0	687.9	84	0	19.93	4.6	0	2.90	5.48	0.00
2/3/2018 12:05	707.69	76.8	0	687.9	79	0	19.79	2.2	0	2.88	2.78	0.00
2/3/2018 12:35	707.41	74.9	0	687.9	79	0	19.51	4.1	0	2.84	5.19	0.00
2/3/2018 13:05	707.11	74.6	0	687.9	79	0	19.21	4.4	0	2.79	5.57	0.00
2/3/2018 13:35	706.66	74.6	0	688	79	0	18.66	4.4	0	2.71	5.57	0.00
2/3/2018 14:05	706.38	70.4	0	688	77	0	18.38	6.6	0	2.67	8.57	0.00
2/3/2018 14:35	706.10	71	0	688	78	0	18.10	7	0	2.63	8.97	0.00
2/3/2018 15:05	705.72	72	0	688	74	0	17.72	2	0	2.58	2.70	0.00
2/3/2018 15:35	705.58	68.6	0	688	74	0	17.58	5.4	0	2.56	7.30	0.00
2/3/2018 16:05	705.47	70.2	0	688	74	0	17.47	3.8	0	2.54	5.14	0.00
2/3/2018 16:35	705.50	73.2	0	688	77	0	17.50	3.8	0	2.54	4.94	0.00
2/3/2018 17:05	705.57	75.7	0	688	78	0	17.57	2.3	0	2.55	2.95	0.00
2/3/2018 17:36	705.43	76.2	0	688	80	0	17.43	3.8	0	2.53	4.75	0.00
2/3/2018 18:05	705.77	75.8	0	688	78	0	17.77	2.2	0	2.58	2.82	0.00
2/3/2018 18:35	706.16	75.3	0	688	78	0	18.16	2.7	0	2.64	3.46	0.00
2/3/2018 19:05	706.48	76.6	0	688	79	0	18.48	2.4	0	2.69	3.04	0.00
2/3/2018 19:35	706.79	79.9	0	688	81	0	18.79	1.1	0	2.73	1.36	0.00
2/3/2018 20:05	707.19	83	0	688	82	0	19.19	1	0	2.79	1.22	0.00
2/3/2018 20:36	707.21	85.8	0	688	86	0	19.21	0.2	0	2.79	0.23	0.00
2/3/2018 21:05	707.33	85.3	0	688	84	0	19.33	1.3	0	2.81	1.55	0.00
2/3/2018 21:35	707.66	91.8	0	688	86	0	19.66	5.8	0	2.86	6.74	0.00
2/3/2018 22:06	707.70	78.6	0	688	79	0	19.70	0.4	0	2.86	0.51	0.00
2/3/2018 22:35	707.69	92.3	0	688	90	0	19.69	2.3	0	2.86	2.56	0.00
2/3/2018 23:05	707.81	85.4	0	688	85	0	19.61	0.4	0	2.85	0.47	0.00
2/3/2018 23:35	707.45	90.2	0	688	87	0	19.45	3.2	0	2.83	3.68	0.00
3/3/2018 0:06	707.21	91.2	0	688	88	0	19.21	3.2	0	2.79	3.64	0.00
3/3/2018 0:35	707.01	93.7	0	688	92	0	19.01	1.7	0	2.76	1.85	0.00
3/3/2018 1:05	706.50	94	0	688	94	0	18.50	0	0	2.69	0.00	0.00
3/3/2018 1:35	706.09	94.5	0	688	94	0	18.09	0.5	0	2.63	0.53	0.00
3/3/2018 2:05	706.03	94.7	0	688	95	0	18.03	0.3	0	2.62	0.32	0.00
3/3/2018 2:35	706.02	95.4	0	688	95	0	18.02	0.4	0	2.62	0.42	0.00
3/3/2018 3:05	705.92	95.6	0.22	688	96	0.2	17.92	0.4	0.02	2.60	0.42	10.00
3/3/2018 3:35	705.88	95.7	0	688	96	0	17.88	0.3	0	2.60	0.31	0.00
3/3/2018 4:05	705.81	95.6	0	688	96	0	17.81	0.4	0	2.59	0.42	0.00
3/3/2018 4:35	705.83	96	0.22	688	96	0.2	17.83	0	0.02	2.59	0.00	10.00
3/3/2018 5:06	705.59	96	0	688	96	0	17.93	0	0	2.61	0.00	0.00
3/3/2018 5:35	706.04	96.6	0.11	688	96	0.2	18.04	0.6	0.09	2.62	0.62	45.00
3/3/2018 6:05	706.28	96.9	0	688	96	0	18.28	0.9	0	2.66	0.94	0.00
3/3/2018 6:35	706.50	96.9	0.11	688	97	0.2	18.50	0.1	0.09	2.69	0.10	45.00
3/3/2018 7:05	706.75	97	0.22	688	97	0.2	18.75	0	0.02	2.73	0.00	10.00
3/3/2018 7:35	707.04	96.2	0.22	688	97	0.2	19.04	0.8	0.02	2.77	0.82	10.00
3/3/2018 8:05	707.27	94.6	0.22	688	97	0.2	19.27	2.4	0.02	2.80	2.47	10.00
3/3/2018 8:35	707.57	92.5	0.22	688	97	0.2	19.57	4.5	0.02	2.85	4.64	10.00
3/3/2018 9:05	707.66	90.5	0	688	95	0	19.66	4.5	0	2.86	4.74	0.00
3/3/2018 9:35	707.73	81.3	0	688	85	0	19.73	3.7	0	2.87	4.35	0.00
3/3/2018 10:05	707.72	77.2	0	688	79	0	19.72	1.8	0	2.87	2.28	0.00
3/3/2018 10:35	707.60	79.6	0	688	83	0	19.60	3.4	0	2.85	4.10	0.00
3/3/2018 11:05	707.34	76.3	0	688	79	0	19.34	2.7	0	2.81	3.42	0.00
3/3/2018 11:35	707.09	75.6	0	686.8	78	0	20.29	2.4	0	2.95	3.08	0.00
3/3/2018 12:05	706.77	68.3	0	686.8	75	0	19.97	6.7	0	2.91	8.93	0.00
3/3/2018 12:35	706.58	68.4	0	686.8	73	0	19.78	4.6	0	2.88	6.30	0.00
3/3/2018 13:05	706.12	68	0	686.8	73	0	19.32	5	0	2.81	6.85	0.00
3/3/2018 13:35	706.04	68.6	0	686.8	74	0	19.24	5.4	0	2.80	7.30	0.00
3/3/2018 14:05	705.71	69.1	0	686.8	74	0	18.91	4.9	0	2.75	6.82	0.00
3/3/2018 14:35	705.18	69.6	0	686.8	73	0	18.38	3.4	0	2.68	4.66	0.00
3/3/2018 15:05	704.93	72.6	0	686.8	75	0	18.13	2.4	0	2.64	3.20	0.00
3/3/2018 15:35	704.83	75.9	0	686.8	79	0	18.03	3.1	0	2.63	3.92	0.00
3/3/2018 16:05	704.77	76	0	686.8	79	0	17.97	3	0	2.62	3.80	0.00
3/3/2018 16:35	704.73	76.5	0	686.8	80	0	17.93	3.5	0	2.61	4.38	0.00
3/3/2018 17:05	704.73	78.1	0	686.8	79	0	17.93	0.9	0	2.61	1.14	0.00
3/3/2018 17:35	704.84	78.5	0	686.8	79	0	18.04	0.5	0	2.63	0.63	0.00
3/3/2018 18:05	705.26	80.5	0	686.8	81	0	18.46	0.5	0	2.69	0.62	0.00
3/3/2018 18:35	705.39	82.5	0	686.8	82	0	18.59	0.5	0	2.71	0.61	0.00
3/3/2018 19:05	705.40	83.7	0	686.8	82	0	18.60	1.7	0	2.71	2.07	0.00
3/3/2018 19:35	705.78	92.7	0	686.8	89	0	18.98	3.7	0	2.76	4.16	0.00
3/3/2018 20:05	706.24	94.8	0	688.9	90	0	19.44	4.8	0	2.83	5.33	0.00
3/3/2018 20:36	706.48	91.6	0	686.2	89	0	20.28	2.6	0	2.96	2.92	0.00
3/3/2018 21:05	706.75	82.4	0	686.1	91	0	20.65	8.6	0	3.01	9.45	0.00
3/3/2018 21:35	706.97	94.4	0	686.1	93	0	20.87	1.4	0	3.04	1.51	0.00
3/3/2018 22:06	707.21	85.5	0	686.1	86	0	21.11	0.5	0	3.08	0.58	0.00
3/3/2018 22:35	707.08	94	0	686.1	90	0	20.98	4	0	3.06	4.44	0.00
3/3/2018 23:05	707.27	94.4	0	686.1	92	0	21.17	2.4	0	3.09	2.61	0.00
3/3/2018 23:35	707.02	86.3	0	686.1	84	0	20.92	2.3	0	3.05	2.74	0.00
4/3/2018 0:05	706.78	86.6	0	686.1	85	0	20.98	1.6	0	3.01	1.88	0.00
4/3/2018 0:35	706.58	89.9	0	686.1	88	0	20.48	1.9	0	2.99	2.16	0.00
4/3/2018 1:05	706.40	99.9	0	686.1	91	0	20.30	8.9	0	2.96	9.78	0.00
4/3/2018 1:35	705.97	99.9	0	686.1	92	0	19.87	7.9	0	2.90	8.59	0.00
4/3/2018 2:05	705.79	89.9	0	686.1	87	0	19.69	2.9	0	2.87	3.33	0.00
4/3/2018 2:35	705.85	89.9	0	686.1	89	0	19.75	0.9	0	2.88	1.01	0.00
4/3/2018 3:05	705.52	95.9	0	686.1	93	0	19.42	2.9	0	2.83	3.12	0.00

4/3/2018 3:35	705.56	95.9	0	686.1	94	0	19.46	1.9	0	2.84	2.02	0.00
4/3/2018 4:05	705.57	95.9	0	686.1	93	0	19.47	2.9	0	2.84	3.12	0.00
4/3/2018 4:35	705.40	95.9	0	686.1	94	0	19.30	1.9	0	2.81	2.02	0.00
4/3/2018 5:05	705.42	95.9	0	686.1	94	0	19.32	1.9	0	2.82	2.02	0.00
4/3/2018 5:35	705.58	95.9	0	686.1	95	0	19.48	0.9	0	2.84	0.95	0.00
4/3/2018 6:05	705.85	95.9	0.2	686.1	96	0.2	19.75	0.1	0	2.88	0.10	0.00
4/3/2018 6:35	705.94	96.9	0	686.1	96	0	19.84	0.9	0	2.89	0.94	0.00
4/3/2018 7:05	706.21	96.9	0	686.1	96	0	20.11	0.9	0	2.93	0.94	0.00
4/3/2018 7:35	706.46	96.6	0	686.1	96	0	20.36	0.6	0	2.97	0.62	0.00
4/3/2018 8:05	706.61	84.5	0	686.1	90	0	20.51	5.5	0	2.99	6.11	0.00
4/3/2018 8:35	706.81	80.2	0	686.1	81	0	20.71	0.8	0	3.02	0.99	0.00
4/3/2018 9:05	706.92	76	0	686.1	78	0	20.82	2	0	3.03	2.56	0.00
4/3/2018 9:35	707.01	74.6	0	686.1	76	0	20.91	1.4	0	3.05	1.84	0.00
4/3/2018 10:05	707.00	75	0	686.1	74	0	20.90	1	0	3.05	1.35	0.00

4/3/2018 10:35	706.87	64.9	0	686.1	70	0	20.77	5.1	0	3.03	7.29	0.00
4/3/2018 11:05	706.65	68.7	0	686.1	73	0	20.55	4.3	0	3.00	5.89	0.00
4/3/2018 11:35	706.52	62.9	0	686.1	69	0	20.42	6.1	0	2.98	8.84	0.00
4/3/2018 12:05	706.33	69.1	0	686.1	69	0	20.23	0.1	0	2.95	0.14	0.00
4/3/2018 12:35	706.15	67.3	0	686.1	67	0	20.05	0.3	0	2.92	0.45	0.00
4/3/2018 13:05	705.98	65.1	0	686.1	65	0	19.88	0.1	0	2.90	0.15	0.00
4/3/2018 13:35	715.32	66.7	0	686.1	67	0	29.22	0.3	0	4.26	0.45	0.00
Precipitación en estos días			4.91	Precipitación en estos días			5					

ANEXO 3 – ACTA DE ENTREGA – RECEPCIÓN Y DE FINALIZACIÓN DEL PROYECTO.



Cayambe, 13 de marzo de 2018

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

Por medio de la presente, nosotros Jeremy Andrés Novoa Casanova con C.I. 1004490056 y Byron Fernando Guillen Arauz con C.I. 1719745943 estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, realizamos el trabajo de titulación: Desarrollo de una estación agro-meteorológica automática remota para el levantamiento de información climática en la cuenca del Río Pisque aprobado con la resolución No: 6780-020-2017-10-12.


En este contexto realizamos la entrega de los siguientes equipos al Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Politécnica Salesiana centro de apoyo Cayambe, mismos que se encuentran instalados en la comunidad de Paquiestancia de la parroquia Ayora.

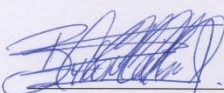
Cantidad	Descripción
1	Estructura metálica 6 partes.
1	Panel solar 100w, regulador de carga 10A, batería 7 Ah, caja de batería 220x170x120mm con protección IP65.
1	Sensor de radiación con caja de protección plástica.
2	Sensor de evaporación con recipiente metálico.
2	Sensor de humedad del suelo.
1	Sensor anemómetro, veleta y pluviómetro con soporte.
1	Sensor de humedad y temperatura externa con escudo de radiación.
1	Caja 400x400x200mm con Datalogger, SD 4gb, Modulo GPRS, SIM CNT, Sensor barométrico, Reloj tiempo real, Conectores, Fusibles.

Dichos equipos se encuentran en una etapa de pruebas desde el jueves 22 de febrero de 2018 para su entrega final.

A continuación, se procede a dar fe de lo antes mencionado por las partes que intervienen.

Entrega


Jeremy Andrés Novoa Casanova
C.I. 1004490056


Byron Fernando Guillen Arauz
C.I. 1719745943

Recibe Conforme


Jorge Luis Sandoval
Técnico del Laboratorio de Sistemas
de Información Geográfica

Ing. Charles Cachipiendo
Laboratorio de Sistemas de
Información Geográfica

Cayambe, 13 de abril de 2018

PhD. Ramón Enrique Pérez Pineda
Director de la Carrera de Ingeniería Electrónica
Universidad Politécnica Salesiana
Presente

De nuestras consideraciones:

Por medio de la presente tenemos a bien certificar que los señores: Jeremy Andrés Novoa Casanova con C.I. 1004490056 y Byron Fernando Guillen Arauz con C.I. 1719745943 estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, han concluido satisfactoriamente con el Proyecto Técnico: Desarrollo de una estación agro-meteorológica automática remota para el levantamiento de información climática en la cuenca del Río Pisque aprobado con la resolución No: 6780-020-2017-10-12.

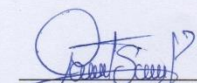
Este proyecto ha sido probado en la comunidad de Paquiestancia de la parroquia Ayora del cantón Cayambe desde el 22 de febrero de 2018 y cumple con las siguientes características requeridas:

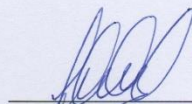
- Resistente a la intemperie.
- Estructura portátil y desmontable.
- Estructura adaptable para terrenos inclinados.
- Sistema de energía con baterías y panel solar.
- Código abierto que permita cambios y mejoras.
- Transmisión de datos inalámbricos usando la red GPRS.
- Visualización de variables meteorológicas en la página web www.redmeteorologicaups.com.

Es todo cuanto podemos informar para los fines pertinentes.

Por la atención que le da a la presente le anticipo mis agradecimientos

Atentamente


Ing. Jorge Luis Sandoval
C.I. 1721056909
Técnico del Laboratorio de Sistemas
de Información Geográfica


Ing. Charles Cachipiendo
C.I. 1711651040
Laboratorio de Sistemas de
Información Geográfica

